

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Тольяттинский государственный университет»

Институт инженерной и экологической безопасности

(наименование института полностью)

Департамент бакалавриата

(наименование)

20.03.01 «Техносферная безопасность»

(код и наименование направления подготовки, специальности)

Безопасность технологических процессов и производств

(направленность (профиль)/специализация)

## **ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА (БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА)**

на тему Безопасность технологического процесса проведения работ по  
обслуживанию технологического оборудования по добыче нефтепродуктов

Студент

С.И. Трофимов

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

к.т.н., доцент В.А. Филимонов

(ученая степень, звание, И.О. Фамилия)

Консультанты

к.э.н., доцент Т.Ю. Фрезе

(ученая степень, звание, И.О. Фамилия)

Тольятти 2020

## Аннотация

Бакалаврская работа связана с безопасностью технологического процесса проведения работ по обслуживанию технологического оборудования по добыче нефтепродуктов, на примере организации АО «Транснефть-Дружба».

В работе указано фактическое местонахождение организации, виды работ и услуг, описана структура управления организацией, представлен состав основного оборудования в АО «Транснефть-Дружба».

Представлены: технологические процессы при проведении работ по обслуживанию технологического оборудования по добыче нефтепродуктов в АО «Транснефть-Дружба»; анализ индивидуальных средств защиты и опасных и вредных производственных факторов; анализ безопасности оборудования; анализ пожарной безопасности; анализ производственного травматизма.

Разработаны мероприятия по снижению воздействия опасных и вредных производственных факторов при проведении работ по обслуживанию технологического оборудования по добыче нефтепродуктов.

Разработана документированная процедура по охране труда.

Предоставлена оценка антропогенного воздействия организации на окружающую среду и предложены принципы, методы и средства по снижению антропогенного воздействия организации на окружающую среду.

Предоставлен анализ возможных аварийных ситуаций или отказов на данном объекте.

Рассчитана оценка эффективности мероприятий по обеспечению техносферной безопасности.

Бакалаврская работа состоит из: 81 страницы, 12 рисунков, 12 таблиц, 21 источника используемой литературы, 2 Приложения.

## Содержание

Введение.....	5
1 Характеристика производственного объекта.....	6
1.1 Виды работ и услуг.....	6
1.3 Структура управления организацией.....	7
2 Анализ безопасности объекта.....	9
2.1 Технологический процесс.....	9
2.2 Анализ индивидуальных средств защиты.....	11
2.3 Анализ опасных и вредных производственных факторов.....	13
2.4 Анализ безопасности оборудования.....	18
2.5 Анализ пожарной безопасности.....	20
2.6 Анализ производственного травматизма.....	20
3 Разработка мероприятий по снижению воздействия опасных и вредных производственных факторов.....	25
4 Раздел «Охрана труда».....	47
5 Раздел «Охрана окружающей среды и экологическая безопасность».....	49
5.1 Оценка антропогенного воздействия объекта на окружающую среду ..	49
5.2 Предлагаемые или рекомендуемые принципы, методы и средства снижения антропогенного воздействия на окружающую среду.....	50
5.3 Разработка документированных процедур согласно ИСО 14000.....	56
6 Защита в чрезвычайных и аварийных ситуациях.....	59
6.1 Анализ возможных аварийных ситуаций или отказов на объекте.....	59
6.2 Разработка планов локализации и ликвидации аварийных ситуаций (ПЛА) на взрывопожароопасных и химически опасных производственных объектах.....	60
6.3. Планирование действий по предупреждению и ликвидации ЧС, а также мероприятий гражданской обороны для территорий и объектов.....	61
6.4 Рассредоточение и эвакуация из зон ЧС.....	62

6.5	Технология ведения поисково-спасательных и аварийно-спасательных работ в соответствии с размером и характером деятельности организации ..	62
6.6	Использование средств индивидуальной защиты в случае угрозы возникновения аварийной или чрезвычайной ситуации.....	63
7	Оценка эффективности мероприятий по обеспечению техносферной безопасности.....	64
7.1	Разработка плана мероприятий по улучшению условий, охраны труда и промышленной безопасности .....	64
7.2	Расчет размера скидок и надбавок к страховым тарифам на обязательное социальное страхование от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний .....	65
7.3	Оценка снижения уровня травматизма, профессиональной заболеваемости по результатам выполнения плана мероприятий по улучшению условий, охраны труда и промышленной безопасности .....	68
7.4	Оценка снижения размера выплаты льгот, компенсаций работникам организации за вредные и опасные условия труда.....	72
7.5	Оценка производительности труда в связи с улучшением условий и охраны труда в организации .....	74
	Заключение .....	76
	Список используемой литературы и используемых источников.....	77
	Приложение А Алгоритмы рабочего процесса.....	82
	Приложение Б Пример рабочего процесса «Выявление потенциалов в снижении линейных давлений системы сбора продукции скважин для общего увеличения отбора жидкости» по алгоритму.....	87

## Введение

Актуальность выбранной темы «Безопасность технологического процесса проведения работ по обслуживанию технологического оборудования по добыче нефтепродуктов» обусловлена тем, что нефтегазовая отрасль является лидирующей отраслью России в сфере экономики, однако, вместе с тем, эксплуатация нефтегазовых объектов связана с рисками.

Объектом исследования является обеспечение безопасности на предприятиях топливно-энергетического комплекса, связанных с нефтегазодобычей.

Предметом исследования является технологическое оборудование по добыче нефтепродуктов, на примере АО «Транснефть-Дружба».

Цель бакалаврской работы – поиск решений и разработка мероприятий по обеспечению безопасности технологического процесса проведения работ по обслуживанию технологического оборудования по добыче нефтепродуктов, за счет снижения воздействия опасных и вредных производственных факторов.

Задачи бакалаврской работы:

- провести анализ в области охраны труда и промышленной безопасности на объектах АО «Транснефть-Дружба»;
- провести анализ в области охраны окружающей среды, ГО и ЧС на объектах АО «Транснефть-Дружба»;
- разработать мероприятия по обеспечению безопасности технологического процесса проведения работ по обслуживанию технологического оборудования по добыче нефтепродуктов.

Желаемый результат - внедрение инновационных мероприятий, по снижению воздействия опасных и вредных производственных факторов на работников АО «Транснефть-Дружба».

## **1 Характеристика производственного объекта**

Работа выполнена на базе АО «Транснефть-Дружба», которая в своем составе имеет 4 районных управления. Куйбышевское районное управление АО «Транснефть – Дружба» (КРУ АО «Транснефть – Дружба») располагается по адресу: 443041, Самарская область, город Самара, улица Ленинская, дом 93 А.

### **1.1 Виды работ и услуг**

Основной вид деятельности: оказание услуг в области транспортировки нефти по системе магистральных нефте- и нефтепродуктопроводов; прием нефтепродуктов и осуществление сливо-наливных операций; проведение профилактических, диагностических и аварийно-восстановительных работ на магистральных нефте- и нефтепродуктопроводах; координация деятельности по комплексному развитию сети магистральных нефте- и нефтепродуктопроводов; взаимодействие с трубопроводными предприятиями других государств по вопросам транспортировки в соответствии с межправительственными соглашениями; участие в решении задач научно-технического и инновационного развития в трубопроводном транспорте, внедрение нового оборудования, технологий и материалов; организация работы по обеспечению охраны окружающей среды в районах размещения объектов трубопроводного транспорта.

### **1.2 Технологическое оборудование**

Оборудование для добычи нефти классифицируется на несколько групп:

- оборудование для эксплуатационных скважин (колонны труб, пакеры, фильтры, отсекатели);

- специальное оборудование (насосные, запорные установки и прочие агрегаты);
- механизмы для обработки ремонта скважин (подъемные агрегаты, вышки, стеллажи);
- оборудование для хранения, подготовки и перекачки нефти;
- агрегаты необходимые для проведения нефтяных работ в море (танкеры, платформы, опоры, подводное оборудование).

### 1.3 Структура управления организацией

Структура Куйбышевского районного управления АО «Транснефть – Дружба» (КРУ АО «Транснефть – Дружба») представлена на рисунке 1.



Рисунок 1 - Структура Куйбышевского районного управления АО «Транснефть – Дружба» (КРУ АО «Транснефть – Дружба»)

АО «Транснефть-Дружба» в своей структуре имеет 4 районных управления [1]:

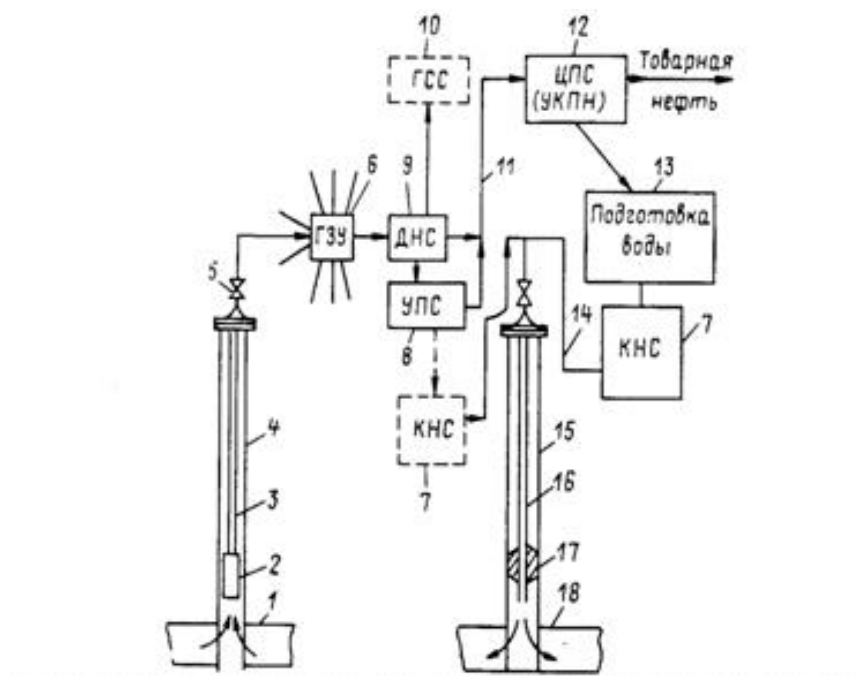
- Брянское районное управление АО «Транснефть – Дружба» (БРУ АО «Транснефть – Дружба»);
- Куйбышевское районное управление АО «Транснефть – Дружба» (КРУ АО «Транснефть – Дружба»);
- Мичуринское районное управление АО «Транснефть – Дружба» (МРУ АО «Транснефть – Дружба»);
- Пензенское районное управление АО «Транснефть – Дружба» (ПРУ АО «Транснефть – Дружба»).



## 2 Анализ безопасности объекта

### 2.1 Технологический процесс

В рамках работы мы рассматриваем технологический процесс проведения работ по обслуживанию технологического оборудования по добыче и сбору нефтепродуктов. Технологическая модель современной системы сбора промысловой нефти состоит из нескольких этапов, представленных на рисунке 2.



- |  |   |
|--|---|
| 1 — продуктивный пласт;                            | 10 — газосборная сеть;                              |
| 2 — насос;   | 11 — нефтесборный коллектор;                        |
| 3, 16 — насосно-компрессорные трубы (НКТ);         | 12 — установка комплексной подготовки нефти (УКПН); |
| 4 — обсадная колонна;                              | 13 — узел подготовки воды;                          |
| 5 — устье добывающей скважины;                     | 14 — нагнетательный трубопровод;                    |
| 6 — групповая замерная установка (ГЗУ);            | 15 — обсадная колонна нагнетательной скважины;      |
| 7 — кустовая насосная станция (КНС);               | 17 — пакер;   |
| 8 — установка предварительного сброса воды (УПСВ); | 18 — пласт  |
| 9 — дожимные насосные станции (ДНС);               |   |

Рисунок 2 - Схема сбора и подготовки продукции на промысле

Технологический процесс сбора и подготовки нефтепродуктов на промысле представлен в таблице 1.

Таблица 1 – Технологический процесс сбора и подготовки нефтепродуктов

Наименование операции	Наименование оборудования	Обрабатываемый материал, конструкция	Виды работ
Технологический процесс сбора и подготовки нефтепродуктов			
Перекачивание нефтепродуктов из скважины	Насосно-компрессорные трубы, групповые замерные установки, нефтесборный коллектор, центральный пункт сбора	Нефтепродукты	Включение оборудования для перекачки нефтепродуктов скважин в виде трехфазной смеси (нефть, газ, вода) по отдельным трубопроводам до узла первичного замера и учета продукции
Сепарация	Групповые замерные установки, дожимные насосные станции	Нефтепродукты, газ	Разделение нефтепродуктов на жидкую и газовую фазы
Предварительный сброс воды	Дожимные насосные станции, установка предварительного сброса воды	Нефтепродукты, газ, вода	Отделение газа после сепарации; доочистка воды до нужного качества
Транспортировка воды	Установка комплексной подготовки нефти, кустовая насосная станция	Нефтепродукты, вода	Транспортировка воды по отдельному трубопроводу до кустовой насосной станции
Закачивание сточной воды	Кустовая насосная станция, силовые насосы	Нефтепродукты, вода	Закачивание сточной воды в нагнетательную скважину и далее в пласт
Учет нефти	Центральный пункт сбора, трубопровод	Нефть товарная	Учет нефти и газа, сдача нефти нефтепроводным управлениям и дальнейшую ее поставку нефтеперерабатывающие заводы (НПЗ)

Изучение технологического процесса проведения работ позволяет выявить недостатки при выполнении работ и проанализировать факторы трудового процесса.

## 2.2 Анализ индивидуальных средств защиты

Рассмотрим средства индивидуальной защиты оператора по добыче нефти и газа, и оператора по сбору газа. Средства индивидуальной защиты указанных работников регламентируется Приказом Министерства здравоохранения и социального развития РФ от 9 декабря 2009 г. № 970н «Об утверждении Типовых норм бесплатной выдачи специальной одежды, специальной обуви и других средств индивидуальной защиты работникам нефтяной промышленности, занятым на работах с вредными и (или) опасными условиями труда, а также на работах, выполняемых в особых температурных условиях или связанных с загрязнением» (Приложение. Типовые нормы бесплатной выдачи специальной одежды, специальной обуви и других средств индивидуальной защиты работникам нефтяной промышленности, занятым на работах с вредными и (или) опасными условиями труда, а также на работах, выполняемых в особых температурных условиях или связанных с загрязнением, п.31) [2]. Представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Средства индивидуальной защиты

Наименование профессии	Наименование нормативного документа	Средства индивидуальной защиты, выдаваемые работнику	Оценка выполнения требований к средствам защиты (выполняется / не выполняется)
Оператор по добыче нефти и газа, оператор по сбору газа	Приказом Министерства здравоохранения и социального развития РФ от 9 декабря 2009 г. № 970н "Об	Костюм для защиты от воды из синтетической ткани с пленочным покрытием. Комбинезон для защиты от токсичных	Требования выполняются

Продолжение таблицы 2

Наименование профессии	Наименование нормативного документа	Средства индивидуальной защиты, выдаваемые работнику	Оценка выполнения требований к средствам защиты (выполняется / не выполняется)
	<p>утверждении Типовых норм бесплатной выдачи специальной одежды, специальной обуви и других средств индивидуальной защиты работникам нефтяной промышленности, занятым на работах с вредными и (или) опасными условиями труда, а также на работах, выполняемых в особых температурных условиях или связанных с загрязнением" Приложение, п. 31</p>	<p>веществ и пыли из нетканых материалов. Костюм из смешанных тканей для защиты от общих производственных загрязнений и механических воздействий с масло-водоотталкивающей пропиткой. Костюм из хлопчатобумажной ткани с огнезащитной пропиткой. Костюм из огнестойких тканей основе смеси мета- и параамидных термостойких волокон. Костюм противоэнцефалитный. Футболка. Головной убор. Ботинки кожаные с жестким подноском. Сапоги резиновые с жестким подноском. Нарукавники из полимерных материалов. Перчатки с полимерным покрытием. Перчатки резиновые. Каска защитная. Подшлемник под каску. Очки защитные. Маска или полумаска со сменными фильтрами.</p>	<p>Требования выполняются</p>

Продолжение таблицы 2

Наименование профессии	Наименование нормативного документа	Средства индивидуальной защиты, выдаваемые работнику	Оценка выполнения требований к средствам защиты (выполняется / не выполняется)
		<p>На наружных работах зимой дополнительно</p> <p>Костюм из смешанных тканей масло-водоотталкивающей пропиткой на утепляющей прокладке.</p> <p>Костюм из хлопчатобумажной ткани с огнезащитной пропиткой на утепляющей прокладке.</p> <p>Белье нательное утепленное.</p> <p>Жилет утепленный.</p> <p>Валенки с резиновым низом.</p> <p>Шапка-ушанка.</p> <p>Перчатки с полимерным покрытием нефтеморозостойкие.</p> <p>Перчатки шерстяные (вкладыши).</p>	

Анализ средств индивидуальной защиты оператора по добыче нефти и газа, и оператора по сбору газа, показал, что требования выполняются.

### 2.3 Анализ опасных и вредных производственных факторов

Анализ опасных и вредных производственных факторов операторов по добыче нефти и газа, и операторов по сбору газа выполнен на основании ГОСТ 12.0.003-2015 [3] и представлен в таблице 3.

Таблица 3 - Анализ опасных и вредных производственных факторов операторов по добыче нефти и газа, и операторов по сбору газа

Наименование операции	Наименование оборудования	Обрабатываемый материал, деталь, конструкция	Виды работ	Наименование опасного и вредного производственного фактора и наименование группы
Технологический процесс сбора и подготовки нефтепродуктов				
Перекачивание нефтепродуктов из скважины	Насосно-компрессорные трубы, групповые замерные установки, нефтесборный коллектор, центральный пункт сбора	Нефтепродукты	Включение оборудования для перекачки нефтепродуктов в скважин в виде трехфазной смеси (нефть, газ, вода) по отдельным трубопроводам до узла первичного замера и учета продукции	ОВПФ, обладающие свойствами физического воздействия на организм человека: - действие силы тяжести в тех случаях, когда оно может вызвать падение твердых, объектов на сыпучих, жидких работающего;
Сепарация	Групповые замерные установки, дожимные насосные станции	Нефтепродукты, газ	Разделение нефтепродуктов на жидкую и газовую фазы	- «..жала насекомых, зубы, когти, шипы и иные части тела живых организмов, используемые ими для защиты или нападения, включая укусы» [3];
Предварительный сброс воды	Дожимные насосные станции, установка предварительного сброса воды	Нефтепродукты, газ, вода	Отделение газа после сепарации; доочистка воды до нужного качества	- струи жидкости, воздействующие на организм работающего при соприкосновении с ним;
Транспортировка воды	Установка комплексной подготовки нефти, кустовая насосная станция	Нефтепродукты, вода	Транспортировка воды по отдельному трубопроводу до кустовой насосной станции	- опасные и вредные
Закачивание сточной воды	Кустовая насосная станция, силовые насосы	Нефтепродукты, вода	Закачивание сточной воды в нагнетательную скважину и	

Продолжение таблицы 3

Наименование операции	Наименование оборудования	Обрабатываемый материал, деталь, конструкция	Виды работ	Наименование опасного и вредного производственного фактора и наименование группы
Учет нефти	Центральный пункт сбора, трубопровод	Нефть товарная	<p>далее в пласт</p> <p>Учет нефти и газа, сдача нефти нефтепроводным управлениям и дальнейшую ее поставку нефтеперерабатывающие заводы (НПЗ)</p>	<p>производственные факторы, связанные с чрезмерно высокой или низкой температурой материальных объектов производственной среды, могущих вызвать ожоги (обморожения) тканей организма человека;</p> <p>- факторы, связанные с аномальными микроклиматическими параметрами воздушной среды на местонахождении и работающего;</p> <p>- повышенным уровнем и другими неблагоприятными характеристикам и шума;</p> <p>- опасные и вредные производственные факторы, связанные с электрическим током,</p>

Продолжение таблицы 3

Наименование операции	Наименование оборудования	Обрабатываемый материал, деталь, конструкция	Виды работ	Наименование опасного и вредного производственного фактора и наименование группы
				<p>вызываемым разницей электрических потенциалов, под действие которого попадает работающий, включая действие молнии и высоковольтного разряда в виде дуги, а также электрического разряда живых организмов. ОВПФ, обладающие свойствами химического воздействия на организм человека: - по характеру результирующего химического воздействия на организм человека: токсические, раздражающие, сенсibilизирующие.</p> <p>По критерию опасного и (или) вредного воздействия на организм работающего:</p>



Продолжение таблицы 3

Наименование операции	Наименование оборудования	Обрабатываемый материал, деталь, конструкция	Виды работ	Наименование опасного и вредного производственного фактора и наименование группы
				<p>действующие на организм работающего как косвенно производственные факторы физической природы действия, обусловленные свойствами химических веществ воспламеняться, гореть, взрываться и т.п.                      ОВПФ, обладающие свойствами биологического воздействия на организм человека: - условно-патогенные микроорганизмы – возбудители.                      ОВПФ, обладающие свойствами психофизиологического воздействия на организм человека: статические перегрузки, связанные с рабочей позой; - динамические нагрузки, связанные с</p>

### Продолжение таблицы 3

Наименование операции	Наименование оборудования	Обрабатываемый материал, деталь, конструкция	Виды работ	Наименование опасного и вредного производственного фактора и наименование группы
				повторением стереотипных рабочих движений.

Проведенная идентификация воздействующих опасных и вредных производственных факторов операторов по добыче нефти и газа позволит разработать мероприятия по снижению их негативного воздействия.

#### **2.4 Анализ безопасности оборудования**

АО «Транснефть-Дружба» выполняет работы, которые относятся к работам повышенной опасности, и эксплуатация оборудования происходит в соответствии с инструкциями, устанавливающими требования к организации и безопасному проведению таких работ, утвержденными техническим руководителем организации.

На каждый технологический процесс на объектах добычи, сбора и подготовки нефти, газа и газового конденсата проектной (или эксплуатирующей) в АО «Транснефть-Дружба» составлен технологический регламент, в соответствии с Приказом №101 от 12 марта 2013 г. «Об утверждении Федеральных норм и правил в области промышленной безопасности «Правила безопасности в нефтяной и газовой промышленности» [4].

В АО «Транснефть-Дружба» обеспечен контроль наличия документов, подтверждающих соответствие, а также контроль качества применяемых технических устройств, оборудования и материалов.

От крайнего ряда эксплуатационных скважин по добыче, устанавливаются санитарно-защитные зоны.

«На рабочих местах, а также в местах, где возможно воздействие на человека вредных или опасных производственных факторов, размещены предупредительные знаки и надписи» [4].

«Освещенность рабочих мест должна быть равномерной и исключать возникновение слепящего действия осветительных приспособлений на работающих, а производство работ в неосвещенных местах не разрешается» [4].

В производственных помещениях объектов установок подготовки нефти (УПН), дожимной насосной станции (ДНС), кустовой насосной станции (КНС), компрессорной станции (КС), установки комплексной подготовки газа (УКПГ) и других производственных помещениях фланцевые соединения трубопроводов (в том числе соединения запорной арматуры), рассчитанные на рабочее давление 10 МПа и выше, заключаются в защитные кожухи.

Оборудование оснащено необходимой запорной арматурой, средствами регулирования и блокировки, обеспечивающими их безопасную эксплуатацию.

Установку, демонтаж и эксплуатацию оборудования производят в соответствии с проектной документацией и требованиями инструкций по эксплуатации завода-изготовителя.

Пуск в эксплуатацию оборудования: «вновь смонтированных; после капитального ремонта; ремонта, связанного с конструктивными изменениями, - осуществляется при положительных результатах приемо-сдаточных испытаний» [4]. Результаты приемо-сдаточных испытаний в АО «Транснефть-Дружба» оформляются актом.

## **2.5 Анализ пожарной безопасности**

Для взрывопожароопасных технологических процессов в АО «Транснефть-Дружба» используют системы противоаварийной защиты, противопожарной защиты и газовой безопасности, обеспечивающие безопасную остановку или перевод процесса в безопасное состояние, в случае критического отклонения от предусмотренных технологическим регламентом параметров.

В соответствии с Приказом №101 от 12 марта 2013 г. «Об утверждении Федеральных норм и правил в области промышленной безопасности «Правила безопасности в нефтяной и газовой промышленности» [4], температура наружных поверхностей оборудования и теплоизоляционных покрытий не должна превышать температуру самовоспламенения наиболее взрывопожароопасного продукта, а в местах, доступных для обслуживающего персонала, должна исключать возможность ожогов.

При выборе электрооборудования АО «Транснефть-Дружба» руководствуется классификацией взрывоопасных зон, установленной статьей 19 «Технического регламента о требованиях пожарной безопасности № 123-ФЗ» [5].

Эксплуатация оборудования при неисправных средствах взрывозащиты, блокировках, нарушениях схем управления и защиты не разрешается.

## **2.6 Анализ производственного травматизма**

Анализ травматизма в нефтегазовой отрасли, и, в частности, в АО «Транснефть-Дружба» показывает, что за последние годы наибольшее их число приходилось на ремонт и обслуживание нефтепромыслового оборудования, причем около половины из них происходило при выполнении текущего и капитального ремонтов скважин. Это обусловлено сложностью

проводимых работ, большого количества специального оборудования и тяжёлыми условиями труда.

Результаты анализа производственного травматизма представлены на рисунках 3 – 7.

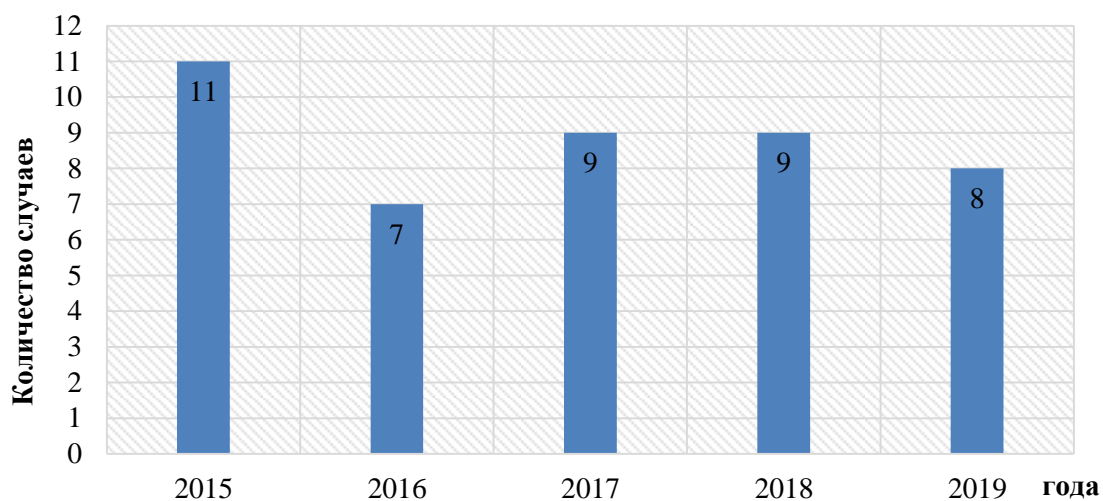


Рисунок 3 – Статистика травматизма в АО «Транснефть-Дружба» по количеству происшествий

Из рисунка 3 видно, что пик травматизма в АО «Транснефть-Дружба» пришёлся на 2015 год.

На рисунке 4 представлена статистика травматизма по профессиям, связанным с нефтедобычей в АО «Транснефть-Дружба».



Рисунок 4 – Статистика травматизма по профессиям, связанным с нефтедобычей в АО «Транснефть-Дружба»

Из рисунка 4 видно, что наиболее травмоопасные профессии, связанные с нефтедобычей – это бурильщики нефтяных и газовых скважин и их капитального ремонта.

На рисунке 5 представлены причины травматизма в АО «Транснефть-Дружба».

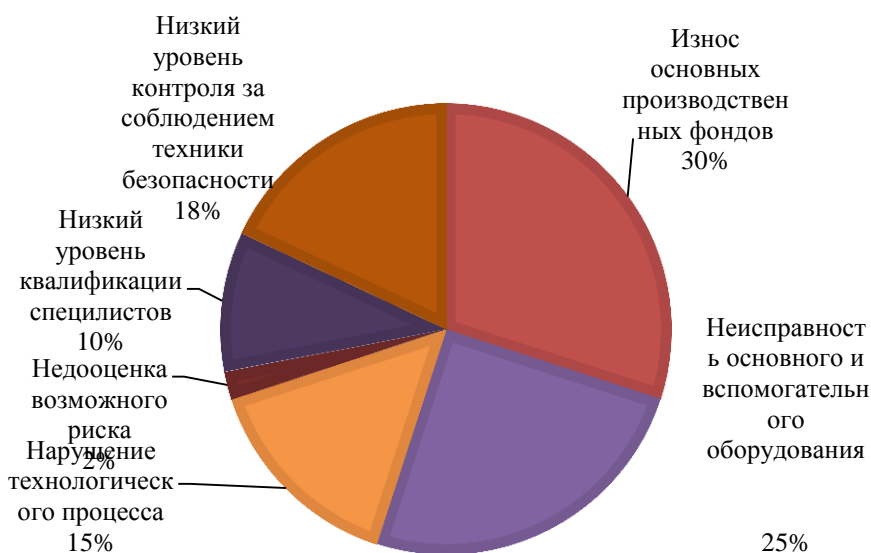


Рисунок 5 – Статистика травматизма по причинам травм в АО «Транснефть-Дружба»

Из рисунка 5 видно, что основные причины травматизма: износ основных производственных фондов и неисправность основного и вспомогательного оборудования.

На рисунке 6 представлена статистика травматизма по возрасту пострадавших в АО «Транснефть-Дружба».

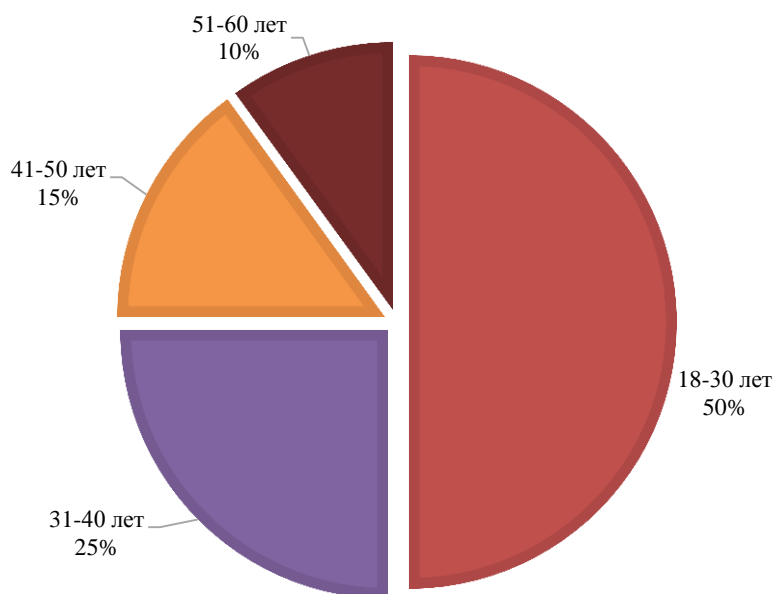


Рисунок 6 – Статистика травматизма по возрасту в АО «Транснефть-Дружба»

На рисунке 7 представлена статистика травматизма по времени суток происшествий.

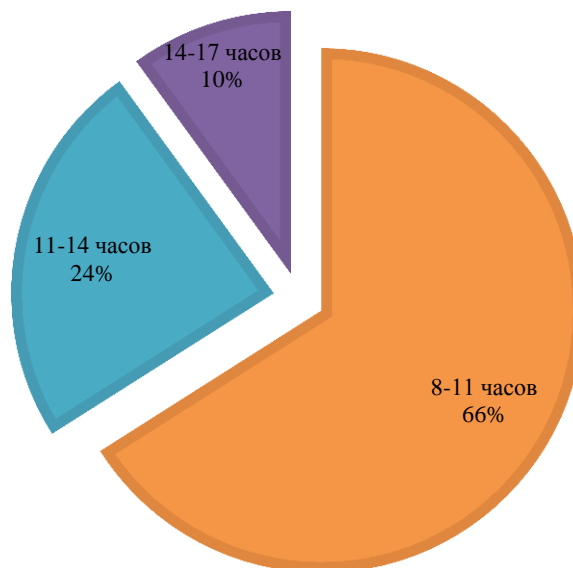


Рисунок 7 – Статистика травматизма по времени суток происшествий АО «Транснефть-Дружба»

Из рисунка 7 видно, что большая часть происшествий приходится на утренние часы.

Анализ показал, что организационные причины происшествий зависят от того, насколько эффективно отработана технология процесса производства, это связано с тем, что в отрасли достаточно неэффективная система контроля над производством в части обеспечения и соблюдения требований промышленной безопасности. Также анализ выявил, что на объектах нефтегазовых предприятий очень часто нарушается технологический процесс, оборудование содержится в ненадлежащем для эксплуатации состоянии.



### **3 Разработка мероприятий по снижению воздействия опасных и вредных производственных факторов**

Исходя из проведенного анализа в области охраны труда и безопасности работающих в АО «Транснефть-Дружба», предложен перечень мероприятий по улучшению условий труда и снижению уровней профессиональных рисков. Перечень мероприятий Приказ № 181н от 1 марта 2012 года «Об утверждении Типового перечня ежегодно реализуемых работодателем мероприятий по улучшению условий и охраны труда и снижению уровней профессиональных рисков» [6]:

- «внедрение устройств автоматического и дистанционного управления и регулирования производственным оборудованием, технологическими процессами, подъемными и транспортными устройствами» [6];
- «приобретение и монтаж средств сигнализации о нарушении нормального функционирования производственного оборудования, средств аварийной остановки, а также устройств, позволяющих исключить возникновение опасных ситуаций при полном или частичном прекращении энергоснабжения и последующем его восстановлении» [6];
- «внедрение систем автоматического контроля уровней опасных и вредных производственных факторов на рабочих местах» [6];
- механизация и автоматизация технологических процессов, связанных с хранением, перемещением, заполнением и опорожнением передвижных и стационарных резервуаров с агрессивными, легковоспламеняющимися и горючими жидкостями, используемыми в производстве» [6];
- «обеспечение в установленном порядке работников, занятых на работах с вредными или опасными условиями труда, а также на

работах, производимых в особых температурных и климатических условиях или связанных с загрязнением, специальной одеждой, специальной обувью и другими средствами индивидуальной защиты, смывающими и обезвреживающими средствами» [6];

- «обучение лиц, ответственных за эксплуатацию опасных производственных объектов» [6];
- «организация и проведение производственного контроля в порядке, установленном действующим законодательством» [6];
- «издание (тиражирование) инструкций по охране труда» [6].

По первом пункту предложенных мероприятий, на основе патентного поиска, предлагается к внедрению изобретение «Инженерный симулятор процесса добычи и транспортировки продукции скважин» [7], патентообладателя ООО «ЛУКОЙЛ-ПЕРМЬ».

Изобретение относится к автоматизированным информационным системам в области нефтедобычи и может использоваться для подбора оптимального технологического режима процесса добычи и транспортировки нефти и газа в системе «скважина - промысловая система сбора и транспорта продукции скважин», а также для проведения технической оценки состояния нефтепромысловых объектов.

Техническим результатом является увеличение межремонтного периода, межочистного периода работы скважин и увеличение наработки на отказ глубинного насосного оборудования, а также в повышении эффективности работы промысловой системы сбора и транспорта продукции скважин от скважины до установки промысловой подготовки нефти. Система содержит комплекс технических средств, общее программное обеспечение, программное обеспечение, информационную модель, при этом сервер информационной платформы, сервер инженерного симулятора, сервер базы данных, сервер расчетов, персональный компьютер пользователя, персональный компьютер администратора включают общее программное обеспечение, в качестве цифрового канала передачи данных используют

Интернет, программное обеспечение включает подсистемы в виде модуля «Информационная платформа», модуля «Комплексное моделирование технологических процессов», модуля «Конструктор и визуализация данных в формате 3D», модуля хранения данных.

На рисунке 8 представлена автоматизированная информационная система в области нефтедобычи.



Рисунок 8 - Функциональные модули реализации инженерного симулятора

Изобретение относится к автоматизированным информационным системам в области нефтедобычи и может использоваться для подбора оптимального технологического режима процесса добычи и транспортировки нефти и газа в системе «скважина - промысловая система сбора и транспорта продукции скважин», а также для проведения технической оценки состояния нефтепромысловых объектов. Известна система и способ контроля и регулирования дебита скважин, приводящая к увеличению дебита скважин. Система содержит процессор, который обрабатывает содержащиеся в компьютерной программе команды, включающие команды, контролируемые на протяжении определенного периода времени фактический дебит флюида из каждой продуктивной зоны скважины в соответствии с первой настройкой устройств для регулирования дебита. Для контроля и регулирования дебита скважин применяют анализ цепи методом узловых потенциалов к множеству входных данных, выбранных из данных скважинных датчиков, данных наземных датчиков, одного или нескольких текущих положений устройств, с целью задания одной или нескольких новых настроек, при которых будет обеспечено увеличение дебита скважины.

Известен способ добычи нефти и газа с применением компьютерного моделирования нефтяного и газового месторождения и эксплуатационного оборудования, определяющий множества значений в промысловом объекте, реализуемый с использованием компьютера, включающий этапы, на которых осуществляют получение компьютерной системой модели данных, представляющей коллектор и каждый скважинный ствол, причем модель содержит один или более узлов на указанном промысловом объекте, а узлы включают один или более наборов узлов, при этом каждый набор содержит единственный узел или множество соединенных друг с другом узлов, причем по меньшей мере один узел в каждом наборе находится в скважинном стволе. С использованием компьютерной системы получают систему линейных алгебраических уравнений, устанавливающих взаимосвязь между указанными значениями, представленными в уравнениях в качестве

переменных, причем указанные значения включают давление для каждого узла в каждом наборе и включают значения расхода потока, определенные расходами потока в узлы или из узлов, в каждом наборе, и для каждого узла уравнения содержат набор из одного или более уравнений со значениями в узле, при этом для по меньшей мере одного узла в каждом наборе узлов набор из одного или более уравнений содержит по меньшей мере одно уравнение с давлением в узле и с одним или более значениями расхода потока в узле. С использованием компьютерной системы выполняют линейные преобразования системы уравнений, причем линейное преобразование включает линейное преобразование уравнений каждого набора уравнений для исключения, по меньшей мере, одного значения расхода потока из, по меньшей мере, одного уравнения в каждом наборе уравнений и при этом линейное преобразование обеспечивает преобразованную систему уравнений. С использованием компьютерной системы осуществляют решение преобразованной системы уравнений для указанных значений. Известна система и способы для оптимизации извлечения и закачки, ограниченных обрабатывающим комплексом, в интегрированном пласте-коллекторе и собирающей сети. Способ содержит множество скважин и обрабатывающий комплекс, содержащий этапы, на которых идентифицируют, по меньшей мере, одну решающую скважину и одну или более нерешающих скважин из множества скважин, определяют, по меньшей мере, одно уравнение целевого параметра, которое является функцией, по меньшей мере, одного ограничения обрабатывающего комплекса и одного или более параметров нерешающей скважины; включают, по меньшей мере, одно уравнение целевого параметра в полносвязную систему уравнений, представляющую добывающую систему, моделируют добывающую систему с использованием полносвязной системы уравнений для получения одной или более рабочих настроек, которые удовлетворяют, по меньшей мере, одному ограничению обрабатывающего комплекса; и представляют пользователю одну или более рабочих настроек.

Недостатком приведенных выше аналогов является невозможность применить их к системе промыслового сбора и транспортирования скважинной продукции после ее поднятия из скважины.

Наиболее близким аналогом предлагаемого инженерного симулятора является аппаратно-программный комплекс для управления инновационным развитием предприятия в сфере добычи и переработки нефти, характеризующийся наличием сервера, снабженного входом/выходом, подключенным к цифровой линии передачи данных, с установленным на нем программным модулем модели оценки эффективности и мониторинга реализации инновационных проектов для управления инновационным развитием предприятий с использованием имитационных алгоритмов, периферийных АРМ управления, АРМ Экспертизы и АРМ ввода фактических данных в процессе мониторинга, подпрограммного модуля хранилища данных, подпрограммного расчетного модуля, подпрограммного модуля формирования карт знаний и визуализации, подпрограммного модуля сбора данных о параметрах внешней среды, подпрограммного модуля аналитики событий, и подпрограммного модуля оперативной корректировки параметров модели инновационного развития предприятия. В качестве цифрового канала передачи данных применена сеть Интернет.

Недостатком данного комплекса является применимость его только к процессу инновационного развития без привязки к фактическому процессу добычи, сбора и транспортировки продукции скважин.

Задачей предлагаемого изобретения является повышение стабильности технологического процесса и работы оборудования добычи, сбора и промышленной транспортировки продукции скважин, приводящая к увеличению объема добычи.

Техническим результатом предлагаемого изобретения является увеличение межремонтного периода (МРП) работы наземного оборудования, межочистного периода (МОП) работы скважин и увеличение наработки на отказ глубинного насосного оборудования (ГНО), а также повышение

эффективности работы промышленной системы сбора и транспорта продукции скважин от скважины до установки промышленной подготовки нефти (УППН).

Технический результат, заключающийся в увеличении межремонтного периода (МРП) работы наземного оборудования, межочистного периода (МОП) работы скважин и увеличении наработки на отказ глубинного насосного оборудования (ГНО) достигается благодаря тому, что инженерный симулятор представляет собой автоматизированную информационную систему, включающую комплекс технических средств, общее программное обеспечение, специальное программное обеспечение, информационную модель, при этом общее программное обеспечение включает сервер информационной платформы, сервер инженерного симулятора, сервер БД, сервер расчетов, ПК пользователя, ПК администратора, а в качестве цифрового канала передачи данных используют Интернет, при этом, специальное программное обеспечение включает подсистемы в виде модуля «Информационная платформа», модуля «Комплексное моделирование технологических процессов», модуля «Конструктор и визуализация данных в формате 3D», модуля хранения данных, при этом модуль «Комплексное моделирование технологических процессов» состоит из блоков: «Редактор формул», «Транслятор скриптового языка OilScript», «Исполняющий модуль транслятора OilScript», «Менеджер расчетов», «Сервер расчетов», при этом информационная модель инженерного симулятора включает внутримашинную и внешнюю информационные базы данных, при этом инженерный симулятор позволяет осуществлять:

- сбор, обработку и хранение характеристик и данных работы ГНО и наземного оборудования скважины;
- визуализацию информации;
- проведение статических и динамических расчетов работы элементов системы, включающих расчет качественного и количественного образования осложнений (АСПО, гидратов, водогазонефтяных пробок, солей) с выявлением мест образования осложнений;

- динамическое моделирование мероприятий по предупреждению отказов работы глубинно-насосного (ГНО) и поверхностного оборудования;
- диагностирование работы ГНО и поверхностного оборудования скважины по сравнению с полученной моделью;
- выдачу рекомендаций по корректировке рабочих параметров ГНО для достижения оптимальных показателей его работы с учетом осложнений и периодичности работы скважины или по замене оборудования;
- построение 3D модели объектов системы «скважина-система сбора и транспорта продукции скважин»;
- проводить оперативную корректировку работы системы или замены оборудования в соответствии с рекомендациями;
- производить динамическое моделирование процесса сбора и транспорта продукции скважин от скважины до точки входа на установку подготовки нефти;
- проводить гидравлические расчеты системы «скважина-промысловая система сбора и транспорта продукции скважин»;
- проводить экспертизу глубины прокладки трубопроводов по участкам с учетом рельефа и охранных зон;
- моделировать в динамике движение трехфазного потока продукции скважин (газ, вода, нефть) в системе «скважина - промысловая система сбора и транспорта» для отслеживания компонентного состава и оценки процессов теплообмена;
- на основании полученных моделей выдавать рекомендации по корректировке фактической работы системы и узлов оборудования в случае их несанкционированных отклонения от полученной модели;
- производить необходимую корректировку работы системы или замену оборудования в соответствии с рекомендациями.



Технический результат, заключающийся в повышении эффективности работы промысловой системы сбора и транспорта продукции скважин, обеспечивается благодаря тому, что инженерный симулятор позволяет

- производить динамическое моделирование процесса сбора и транспорта продукции скважин от скважины до точки входа на установку подготовки нефти;
- проводить гидравлические расчеты системы «скважина-промысловая система сбора и транспорта продукции скважин»;
- проводить экспертизу глубины прокладки трубопроводов по участкам с учетом рельефа и охранных зон;
- моделировать в динамике движение трехфазного потока продукции скважин (газ, вода, нефть) в системе «скважина - промысловая система сбора и транспорта» для отслеживания компонентного состава и оценки процессов теплообмена;
- на основании полученных моделей выдавать рекомендации по корректировке фактической работы системы и узлов оборудования в случае их несанкционированных отклонения от полученной модели;
- производить необходимую корректировку работы системы или замену оборудования в соответствии с рекомендациями.

Указанные технические результаты достигаются также тем, что элементами технологического процесса добычи и транспортирования продукции скважин, информацию о состоянии и функционировании которых использует инженерный симулятор, являются добывающие скважины, колонна НКТ, размещенная в добывающей скважине, глубинное насосное оборудование (ГНО), система трубопроводов сбора и транспортировки продукции скважин, групповые замерные установки (ГЗУ), дожимные насосные станции (ДНС), нефтегазосборные пункты (НГСП), установки промысловой подготовки нефти (УППН), установки предварительного сброса воды (УПСВ).

На рисунке 9 представлена структурная схема комплекса технических средств инженерного симулятора.

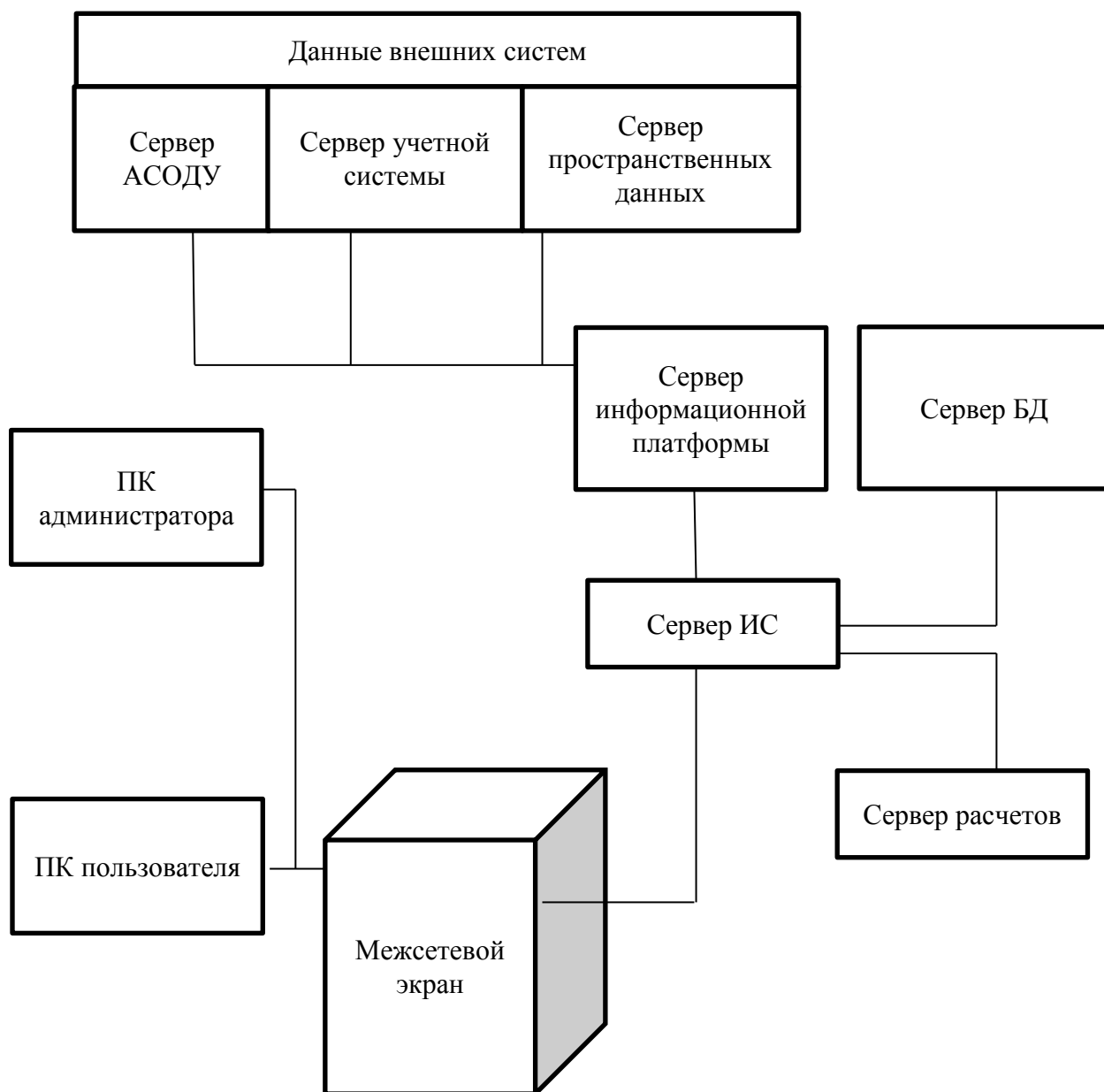


Рисунок 9 - Структурная схема комплекса технических средств инженерного симулятора

Алгоритмы рабочего процесса представлены в Приложении А.

Инженерный симулятор (ИС) применяют к технологическому процессу добычи и транспортирования продукции скважин системы «скважина-промысловая система сбора и транспорта продукции скважин», элементами которого являются добывающие скважины, колонна НКТ, размещенные в

добывающей скважине, глубинное насосное оборудование (ГНО), наземная система трубопроводов сбора и транспортировки продукции скважин, групповые замерные установки (ГЗУ), дожимные насосные станции (ДНС), нефтегазосборные пункты (НГСП), установки промышленной подготовки нефти (УППН), установки предварительного сброса воды (УПСВ) и т.п.

Инженерный симулятор представляет собой автоматизированную информационную систему, включающую:

- общее программное обеспечение,
- специальное программное обеспечение,
- информационную модель ИС,
- комплекс технических средств.

Общее программное обеспечение информационной системы «Инженерный симулятор технологического процесса добычи и транспортировки продукции скважин» включает сервер информационной платформы, сервер Инженерного Симулятора (ИС), сервер базы данных (БД), сервер расчетов, межсетевой экран, персональный компьютер (ПК) пользователя, персональный компьютер (ПК) администратора.

Специальное программное обеспечение информационной системы «Инженерный симулятор» включает подсистемы, выполненные в виде модуля «Информационная платформа», «Модуль комплексного моделирования технологических процессов» и Модуль «Конструктор и визуализация данных в формате 3D», Модуля хранения данных.

Подсистема «Модуль «Информационная платформа», обеспечивающая связь Инженерного Симулятора с внешней средой с предоставлением входных данных:

- позволяет использовать нормативно-справочную информацию, в том числе стандарты и нормативы, служебные справочники и классификаторы корпоративной системы словарей и справочников

по нефтепромысловым объектам инфраструктуры, с привязкой к месторождениям и скважинам

- подключать имеющиеся на предприятии информационные системы (АСОДУ, OIS+ Добыча, Shlumberger OLGA, Petroleum Experts (GAP, PROSPER), консолидирующие данные о состоянии и работе автоматизированных элементов технологического процесса для получения фактических исходных данных состояния и работы элементов технологического процесса.

В таблице 4 представлена информация, поступающая из информационных систем, консолидирующих данные о состоянии и работе элементов технологического процесса «добывающая скважина-система сбора и транспортирования продукции нефти и газа».

Таблица 4 – Информация, поступающая из информационных систем, консолидирующих данные о состоянии и работе элементов технологического процесса «добывающая скважина-система сбора и транспортирования продукции нефти и газа»

Система	Объект	Свойства	Единица измерения	
OIS+Добыча	Пластовое давление		Па	
	Глубина спуска насоса		м	
	Типоразмер насоса	Паспортная характеристика		
		Внешний диаметр		мм
		Количество ступеней		ед.
		Длина насоса		м
	УЭЦН			
	Погружного двигателя	Паспортная характеристика		
		Внешний диаметр	мм	
		Длина двигателя	м	
	Диаметр штуцера на устье			
	УСШН			
	Типоразмер насоса	Внутренний диаметр цилиндра		мм
		Внешний диаметр цилиндра		мм
Тип исполнения				

Продолжение таблицы 4

Система	Объект	Свойства	Единица измерения
		Длина цилиндра	м
ОИС+Добыча	УВЭН		
	Типоразмер насоса	Паспортная характеристика	
		Внешний диаметр	
		Количество ступеней	
		Длина насоса	
	Кабель	Длина кабеля	м
		Сопротивление кабеля	Ом/м
		Максимальная рабочая температура	°С (К)
	Сепаратор	Коэффициент сепарации	ед.
		Пропускная способность	м <sup>3</sup> /с
	Станция управления	Рабочая частота	Гц
		Возможность регулирования рабочей частоты	
	Диаметр штуцера		
	Компонентный состав нефти		%
	Компонентный состав газа		%
	Газовый фактор		м <sup>3</sup> /м
	Температура жидкости		°С (К)
	Реологические свойства эмульсии		
	Абсолютная влажность газа		кг/м <sup>3</sup>
	Массовый расход источника		м <sup>3</sup> /сут
Давление конечной точки		МПа	
Обводненность		%	
АСОДУ	Массовый расход источника		м <sup>3</sup> /сут.
	Давление конечной точки		МПа
	Фактическое давление		МПа
	Массовый расход		м <sup>3</sup> /сут

Способ и периодичность интеграции нормативно-справочной информации и текущей информации о фактических данных состояния и

работы элементов технологического процесса, поступающих из производственных источников, с готовыми моделями модуля «Информационная платформа» представлены в таблице 5.

Таблица 5 - Информация, поступающая из информационных систем, консолидирующих данные

Система-источник	Тип данных	Способ интеграции	Периодичность
OIS+Добыча	- Фонд скважин - Технологические режимы добывающих и нагнетательных скважин	Витрина данных	Раз в сутки
АСОДУ	Плановые и фактические показатели работы технологических объектов	Подключение средствами OLEDB к источникам данных Honey Well PHD	Раз в два часа

С использованием подсистемы «Модуль «Комплексное моделирование технологических процессов»:

- моделируют оптимальный режим работы элементов технологического процесса добычи нефти и газа, элементами которого являются добывающие скважины, колонны НКТ, размещенные в добывающей скважине, глубинное насосное оборудование, система трубопроводов сбора и транспортировки продукции скважин, групповые замерные установки (ГЗУ), дожимные насосные станции (ДНС), нефтегазосборные пункты (НГСП), установки промышленной подготовки нефти(УППН), установки предварительного сброса воды (УПСВ) и т.п.;
- производят оценку текущего состояния и расчет оптимальных параметров работы элементов технологического процесса добычи нефти и газа;

- выявляют отклонения работы элементов технологического процесса (нештатная или аварийная ситуации);
- прогнозируют развитие ситуации в случае выявления отклонений работы элементов технологического процесса (нештатная или аварийная ситуации);
- производят расчет сценариев работы элементов технологического процесса.

Модуль «Комплексное моделирование технологических процессов» состоит из следующих блоков: «Редактор формул», «Транслятор скриптового языка OilScript», «Исполняющий модуль транслятора OilScript», «Менеджер расчетов», «Сервер расчетов».

Процесс работы с модулем «Комплексное моделирование технологических процессов» организуют следующим образом:

С ПК пользователя в редакторе модели месторождения выделяют рассчитываемый элемент, в специальном окне блока «Редактор формул» вводят расчетные формулы.

После того как для каждого рассчитываемого элемента заданы формулы, отправляют модель месторождения на расчет в блок «Менеджер расчетов», который поставит полученную модель расчетов в очередь расчетов. «Сервер расчетов» последовательно обчисляет модели, полученные из очереди расчетов.

После того, как текущая модель обчислена, блок «Сервер расчетов» возвращает результат расчетов в блок «Менеджер расчетов». Сервер расчета, при получении результатов расчета, удаляет модель из очереди и возвращает рассчитанные данные в редактор.

В процессе расчетов существует возможность отмены расчета, при этом процесс расчета прекращают и модель удаляют из очереди.

Функции расчета реализуют в виде объектов расчета в библиотеке dll. Все функции расчета возвращают результат с заранее заданной точностью.

Скриптовый язык OilScript в Модуле «Комплексное моделирование технологических процессов» используют для проведения исследовательских работ моделирования процессов, не прибегая к перекомпиляции всего проекта. Транслятор языка OilScript состоит из следующих блоков: таблицы символов языка, морфемного анализатора, лексического анализатора, семантического анализатора, генератора промежуточного кода. После передачи исходного кода программы транслятору, фаза анализа компилятора разбивает исходную программу на составные части и производит ее внутреннее представление, называемое промежуточным кодом. Фаза синтеза транслирует промежуточный код в целевую программу. Анализ организован вокруг «синтаксиса» компилируемого языка. Синтаксис языка программирования описывает корректный вид его программ, в то время как семантика языка определяет смысл написанной на нем программы, т.е. что именно делает каждая программа при выполнении.

Блок «Менеджер расчетов» модуля «Комплексное моделирование технологических процессов» представляет собой Windows-службу с функцией управления и обмена данными с «Шиной данных» посредством Windows Communication Foundation (WCF) - программного фреймворка, используемого для обмена данными между приложениями, входящий в состав .NET Framework. «Менеджер расчетов» автоматически запускают с операционной системой и работают с ним в фоновом режиме. Посредством «Шины данных» загружают модель месторождения на сервер и ставят ее на обсчет в менеджере расчетов. После обработки задания на обсчет, «Менеджер расчетов» возвращает результат обратно в «Шину данных», где рассчитанная модель либо обратно возвращается пользователю, либо сохраняется в базе данных для дальнейшего извлечения пользователем. В блоке «Менеджер расчетов» предусмотрена функция определения состояния расчета для длительных расчетов.

Блок «Сервер расчетов» модуля «Комплексное моделирование технологических процессов» представляет собой исполняемый модуль и



занимается задачами, поставленными в обработку «Менеджером расчетов». При получении очередной задачи, сервер расчета вызывает функцию расчета модели. После получения результата расчета, сервер возвращает его «Менеджеру расчетов». Математические модели для динамического моделирования технологического процесса добычи скважинной продукции основываются на научных методиках: метод Hagedorn and Brown, метод Gray, метод Duns and Ros, метод Orkiszewski, метод Beggs and Brill, Медведев В.Ф., Одишарии Г.Э., Muller Steinhagen and Heck, Mukherjee & Brill и т.д. Для моделирования процессов в динамике используют систему дифференциальных уравнений Навье-Стокса.

С использованием подсистемы «Модуль «Конструктор и визуализация данных в формате 3D», в качестве инструмента для разработки графического представления в котором используют Unity 3D:

- создают рельеф местности с возможностью подгрузки и редактирования топографических карт;
- визуализируют работу нефтепромысловых объектов с учетом движения продукции скважин;
- предупреждают о возможных отклонениях в работе системы с визуализацией объекта;
- проектируют инфраструктуры элементов технологического процесса с возможностью задания ограничений (охранная зона, особенности рельефа местности).

Функционально модуль «Конструктор и визуализация данных в формате 3D» разделен на следующие части: средства визуализации данных в формате 3D для настольного приложения, средства визуализации данных для web-интерфейса, инструмент визуального редактирования рельефа местности, инструменты для загрузки топографических данных из внешних источников.

Модуль «Конструктор и визуализация данных в формате 3D» имеет возможность загрузки из внешних источников данных о пластах (загрузка из файлов формата MS Office Excel), данных о расположении нефтепромысловых объектов (загрузка из файлов в формате Arc View или ручной ввод), текстуры топографической карты (загрузка из файлов в формате png), карты высот (загрузка из файлов в формате png), данных инклинометрии (загрузки из файлов формата MS Office Excel).

Координаты нефтепромысловых объектов в Инженерном Симуляторе могут иметь следующие способы представления: данные хранятся в виде структур, содержащих географические координаты: широту, долготу, высоту рельефа над уровнем моря, заглублением относительно рельефа местности; данные хранятся в виде точек в прямоугольной системе координат в пространстве. Средства визуализации данных модуля «Конструктор и визуализация данных в формате 3D» содержат следующие слои отображения: трубопроводы и объекты наземной инфраструктуры; рельеф местности, охранные зоны и объекты рельефа местности; скважины, насосы, зоны перфорации; пласты.

С использованием подсистемы «Модуль хранения данных», позволяющего устанавливать промежуток времени хранения для разных типов данных, осуществляют:

- долговременное хранение данных Инженерного Симулятора;
- выполнение операций предоставления данных;
- выполнение операций создания и модификации данных;
- ведение журналов событий СУБД;
- оперативное извещение администратора СУБД о всех нештатных ситуациях;
- полное копирование данных;
- дифференцированное резервное копирование;
- архивирование данных.

В таблице 6 представлен регламент хранения различных типов данных.

Таблица 6 - Регламент хранения различных типов данных

Тип данных	Время хранения, дни	Действия по завершению срока
Организационная структура	Неограниченно	
Насосное оборудование	365	Перемещение в архив
Трубопроводы	Неограниченно	
Мероприятия	365	Перемещение в архив
События оперативного мониторинга	365	Перемещение в архив
Данные расчетов	30	Удаление
Данные АСУТП	30	Перемещение в архив
Свойства газожидкостной смеси	365	Перемещение в архив

Модуль хранения данных функционирует под управлением СУБД MS SQL Server 2014 и выполнен в виде набора взаимосвязанных реляционных таблиц, связей между ними и вспомогательных объектов.

С использованием выходных данных подсистем Инженерного Симулятора, представленных в виде отчетных форм следующего типа:

- таблиц или специально разработанных экранных форм;
- результатов расчетов и прогнозов в формате карт, отчетов, таблиц, графиков, 3D формах;
- текстового списка последовательности действий и графических схем;
- пространственной информации в формате картографических слоев;
- таблиц, отчетов в форматах Microsoft Office, формируют отчетные формы по следующим разделам: расчет трехфазного потока, расчет парафиноотложения, подбор насоса, подбор УСШН, оценка надежности ГНО, моделирование гидратообразования, результаты расчета условий гидратообразования.

Подсистема «Информационная модель Инженерного симулятора, технологического процесса добычи нефти и газа, включает:

- внутримашинную информационную базу,
- внешнюю информационную базу.

Ключевыми показателем эффективности работы автоматизированной информационной системы «Инженерный Симулятор технологического процесса добычи и транспортировки продукции скважин» является выполнение функций, заложенных в подсистемах (модулях) «Информационная платформа», «Комплексное моделирование технологических процессов» и «Конструктор и визуализация данных в формате 3D» (таблица 7).

Таблица 7 - Выполнение функций, заложенных в подсистемах

Модуль	Ключевые показатели	Функции, выполняемые модулями
Информационная платформа	Автоматический сбор первичных данных	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Настраиваемое расписание сбора данных.</li> <li>2. Настраиваемый перечень собираемых данных</li> <li>3. Настраиваемые допустимые значения</li> </ol>
	Обеспечение модуля интеграции структурированной справочной информацией	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Настраиваемые справочники</li> </ol>
Комплексное моделирование технологических процессов	Хранение первичной, расчетной и прогнозной информации	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Хранение суточной первичной информации не менее 30 000 скважин</li> <li>2. Хранение суточной расчетной информации не менее 30 000 скважин</li> <li>3. Хранение прогнозной информации не менее 30 000 скважин</li> <li>4. Хранение первичной информации не менее 10 000 участков трубопроводов</li> <li>5. Хранение расчетной информации не менее 10 000 участков трубопроводов</li> <li>6. Хранение первичной информации о проектируемых участках трубопроводов</li> </ol>

Продолжение таблицы 7

Модуль	Ключевые показатели	Функции, выполняемые модулями
		<ol style="list-style-type: none"> <li>7. Хранение расчетной информации о проектируемых</li> </ol>

		участках трубопроводов 8. Хранение суточной первичной информации не менее 150 000 единиц наземного оборудования 9. Хранение суточной расчетной информации не менее 150 000 единиц наземного оборудования 10. Хранение прогнозной информации не менее 150 000 единиц наземного оборудования 11. Хранение алгоритмов расчета и прогноза 12. Разграничение прав доступа к информации 13. Обеспечение целостности данных 14. Резервное копирование и восстановление данных
	Хранение знаний, правил, алгоритмов обработки, запросов процедур	1. Каталогизация данных 2. Разграничение прав доступа Обеспечение целостности данных
	Обработка заданий пользователя	1. Интерпретация и обработка заданий 2. Маршрутизация запросов 3. Администрирование
Комплексное моделирование технологических процессов	Выполнение расчетов моделей и прогнозирование	1. Разработка математических моделей 2. Обработка первично информации 3. Загрузка результатов в базу данных 4. Разница между фактическими и расчетными показателями 3. Точность моделирования осложнений
	Обеспечение работы пользователя	1. Формы ввода и корректировки данных 5. Формы предоставления данных
Конструктор и визуализация	Обработка заданий пользователя	1. Интерпретация и обработка заданий

Продолжение таблицы 7

Модуль данных в 3D	Ключевые показатели	Функции, выполняемые модулями
		2. Маршрутизация запросов пользователя

		Настройка и администрирование модулей
	Обеспечение работы пользователя	1. Формы ввода и корректировки данных 3. Формы предоставления данных

Пример: Рабочий процесс «Выявление потенциалов в снижении линейных давлений системы сбора продукции скважин для общего увеличения отбора жидкости» представлен в Приложении Б.

#### 4 Раздел «Охрана труда»

Большинство инцидентов на объектах топливно-энергетической отрасли можно избежать, если оборудование, технические устройства смонтированы и запущены в работу с соблюдением нормативов, в связи с этим в разделе предложена процедура установки и введение в действие нового оборудования или технических устройств. Процедура выполнена на основании Приказа № 101 от 12 марта 2013 года «Об утверждении Федеральных норм и правил в области промышленной безопасности «Правила безопасности в нефтяной и газовой промышленности» [4] (таблица 8).

Таблица 8 - Документированная процедура установки и введения в действие нового оборудования или технических устройств

Действие	Документ на входе	Документ на выходе	Ответственный/исполнитель	Примечание
Разработка инструкции по безопасной эксплуатации и обслуживанию оборудования/технических устройств	Инструкция по безопасной эксплуатации и обслуживанию завода-изготовителя, технические паспорта (формуляры).	Проект инструкции по безопасной эксплуатации и обслуживанию оборудования/технических устройств	Руководитель эксплуатирующей организации/начальник участка	Инструкции по эксплуатации оборудования / технических устройств иностранного производства должны быть представлены на русском языке
Согласование инструкции по безопасной эксплуатации и обслуживанию оборудования/технических устройств	Проект инструкции по безопасной эксплуатации и обслуживанию оборудования/технических устройств	Согласованный Проект инструкции по безопасной эксплуатации и обслуживанию оборудования/технических устройств	Начальник участка/специалист по охране труда	

Продолжение таблицы 8

Действие	Документ на входе	Документ на выходе	Ответственный/ исполнитель	Примечание
Утверждение инструкции по безопасной эксплуатации и обслуживанию оборудования/технических устройств	Согласованный Проект инструкции по безопасной эксплуатации и обслуживанию оборудования/технических устройств	Утвержденный Проект инструкции по безопасной эксплуатации и обслуживанию оборудования/технических устройств	Руководитель эксплуатирующей организации/ начальник участка	
Установка нового оборудования/технических устройств	Проектная документация по монтажу	Акт выполненных работ	Руководитель эксплуатирующей организации/ подрядная организация	
Приемосдаточные испытания нового оборудования/технических устройств	Акт выполненных работ	Акт приемосдаточных работ	Руководитель эксплуатирующей организации/ подрядная организация	
Пуск в эксплуатацию нового оборудования/технических устройств	Акт приемосдаточных работ	Акт пуска в работу нового оборудования/технических устройств	Руководитель эксплуатирующей организации/ начальник участка	Эксплуатация технического устройства, рабочие параметры которого не обеспечивают безопасность технологического процесса, запрещается

«При пуске в работу или остановке нового оборудования/технических устройств должны предусматриваться меры по предотвращению образования в них взрывоопасных смесей и пробок, образующихся в результате гидратообразования или замерзания жидкостей» [4].



## **5 Раздел «Охрана окружающей среды и экологическая безопасность»**

### **5.1 Оценка антропогенного воздействия объекта на окружающую среду**

Нефтедобывающая промышленность является одной из самых экологически опасной отраслью народного хозяйства. «Образование значительных количеств нефтесодержащих отходов снижают экономическую эффективность предприятий нефтегазовой отрасли за счет необходимости отчуждения территории предприятий под их хранилища, увеличения экологических платежей за хранение отходов и выбросы загрязняющих веществ» [8].

К основным видам отходов нефтедобывающей промышленности относят буровые, нефтяные шламы и технологические стоки.

По данным экологической службы охраны окружающей среды АО «Транснефть-Дружба», с одной тонны сырой нефти в процессе её переработки выход шламов составляет примерно 7 кг, а учитывая объемы добываемого сырья, этих отходов скапливается большое количество, что является угрозой для экологии региона.

При обезвоживании и специальной сушке нефтяных шламов, появляется возможность вернуть их в производство для последующей переработки в целевую продукцию. Эта процедура значительно снижает антропогенную нагрузку на окружающую среду, но с точки зрения экономики, финансово затратная.

Самый распространенный способ утилизации отходов данного вида – это их сжигание в печах. Если в отходах содержится менее 20% примесей, то применяют печи кипящего слоя.

Если в нефтяных шламах содержится до 70% твердых примесей, то их, как правило, сжигают в барабанных печах вращающегося типа.

## **5.2 Предлагаемые или рекомендуемые принципы, методы и средства снижения антропогенного воздействия на окружающую среду**

Существующие технологии переработки нефтесодержащих шламов, разбросанных по всем нефтеносным регионам и накопленных за долгие годы развития нефтяной промышленности, не способны оперативно и экологически безопасно выполнить очистку различного рода загрязнений нефтью и нефтепродуктами окружающей среды с условием возврата нефтепродуктов в хозяйственный оборот при полном отсутствии отходов, требующих утилизации.

В связи с этим, по результатам патентного поиска, в работе предложен «Способ переработки нефтесодержащего шлама и технологический комплекс для его осуществления», авторов Горевановой Т.Б., Подобед А.И., Козлова В.И. [9].

Группа изобретений относится нефтяной промышленности и может быть использовано при переработке нефтесодержащих шламов и любых углеводородсодержащих сырьевых смесей.

Технический результат изобретения - полная переработка нефтесодержащих шламов на любых объектах нефтяной промышленности независимо от его природы и вязкости (нефти, масла, мазута, гудрона и т.д.), срока и места их захоронения и содержания влаги в шламе с получением нефтепродуктов, воды и грунта.

Поставленный технический результат для способа обработки нефтесодержащего шлама достигается тем, что включающий его предварительный подогрев до получения эмульсии «нефть в воде» и разделение на нефтесодержащую составляющую, воду и механические примеси, а также возврат отработанной воды в технологический процесс, при этом предварительно нефтесодержащий шлам подвергают гомогенизации горячей водой с температурой 60-65°C до получения однородной массы с

кинематической вязкостью не более  $10,5 \text{ мм}^2/\text{с}$ , которую затем пропускают через страховочное сито и самотеком или под давлением не более 2 атм. направляют в устройство активации процессов где ее подвергают обработке комплексом энергетических воздействий - магнитострикцией, кавитацией и ультразвуком с получением эмульсии «нефть в воде», при этом эмульсия обладает свойством быстрого расслоения за счет временного отсутствия электростатических оболочек у вновь образованных молекул, часть обрабатываемой эмульсии во время переработки переходит в парообразную фазу и с выхода из установки активации процессов поступает в рекуператор для конденсации с получением эмульсии, которую возвращают в термостатную емкость, другая часть эмульсии из установки активации процессов самотеком поступает в термостатную емкость для осаждения механических примесей, которые затем через систему шиберов выводят на шнековый транспортер, отправляющий осадок в смеситель для обогащения его почвообразующими микроорганизмами с получением грунта, при этом эмульсия, частично очищенная от механических примесей из термостатной емкости самотеком поступает в гравитационно-коалесционный сепаратор, где происходит окончательное разделение на нефтепродукт, который отправляют в приемную емкость, воду и оставшиеся механические примеси, которые выводят на тот же шнековый транспортер передающий его в смеситель для обогащения почвообразующими микроорганизмами.

Поставленный технический результат для технологического комплекса для переработки нефтесодержащего шлама достигается тем, что по ходу технологического процесса установлены связанные между собой средствами транспортирования блок подбора нефтесодержащего шлама из накопителей и устройства переработки нефтяного шлама, причем он снабжен устройством подогрева воды и расположенными последовательно страховочным ситом, установкой активации процессов, выполненной с возможностью обработки магнитострикцией, кавитацией, ультразвуком и электромагнитным полем, термостатной емкостью предварительного осаждения механических

примесей, гравитационно-коалесцентным сепаратором, имеющим три выхода, один - для отвода очищенного нефтепродукта, второй - для отвода отработанной воды, а третий - для сброса накопленного осадка механических примесей и блоком очистки отработанной воды, дополнительно установлены рекуператор, выполненный с возможностью конденсации парообразной фазы из установки активации процессов, система шиберов и шнековый транспортер, выполненный с возможностью вывода осадка в смеситель для смешивания с почвообразующими микроорганизмами.

Основа технологического процесса переработки нефтесодержащего шлама в УАП лежит в диспергировании всех составляющих на атомарном уровне. Все молекулярные соединения, в том числе микробиологические, разрушаются на атомы с открытыми ковалентными связями, которые какие-то наносекунды находятся в активном окислительно-восстановительном поле, создаваемом распавшимися молекулами воды.

Молекулы воды распадаются на атомарный водород  $H^+$ , активный восстановитель, и ионы  $OH^-$ , являющиеся активными окислителями. Более того, часть ионов  $OH^-$  дополнительно распадаются опять же на атомарный водород и свободные атомы кислорода, создающие в своем соединении озон, являющийся дополнительно сильнейшим окислителем.

Описанное диспергирование среды происходит в рабочей зоне под воздействием ряда явлений, создаваемых магнитными доменами, вращающимися в электромагнитном поле. Напряженность поля и его частота подбираются под конкретный продукт и являются ноу-хау технологического процесса.

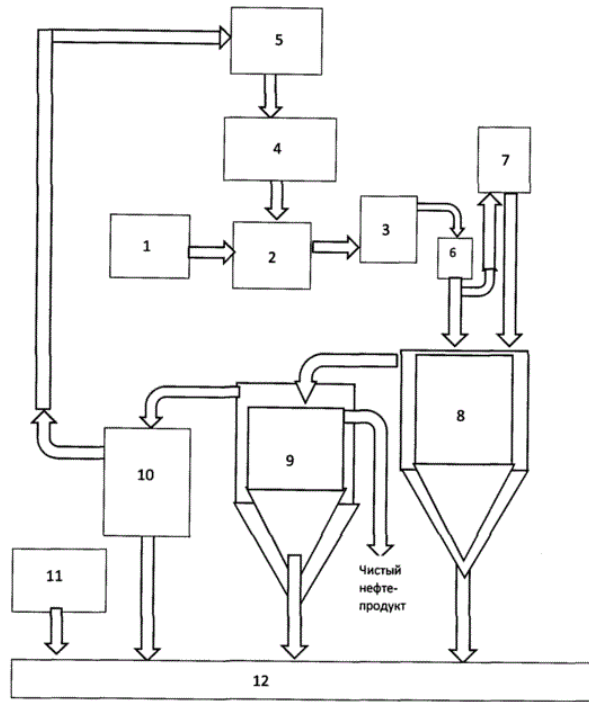
В свободных пространствах между случайно столкнувшимися магнитных полей доменов возникают кавитационные пузырьки, часть из которых схлопываются, создавая мощное ударное воздействие на частицы веществ, загрязняющих сырьевой продукт, с выделением значительного тепла, другая часть кавитационных пузырьков наоборот начинают сужаться, издавая при этом ультразвуковые колебания. Дополнительно в этой зоне

происходит бесчисленное количество высоко динамичных ударов, измеряемых тоннами/см, создаваемых магнестрикционными изменениями магнитных доменов.

Под воздействием совокупности всех описанных явлений многократно ускоряются практически все физико-химические процессы. Атомы с открытыми ковалентными связями создают новые соединения, уже чистые и экологически безопасные.

Все микроэлементы, необходимые для дальнейшей жизни фито среды в природе в образовавшемся осадке, переходят в хелатную форму и готовы к прямому усвоению почвообразующими микроорганизмами и корнями растений. Немаловажным фактором переработки нефтесодержащих шламов является удаление большей части металлов, входящих в его состав в виде их гидратов, выпадающих в осадок вместе с прочими механическими примесями. Гидраты металлов нерастворимы в воде, в связи с чем безопасны при использовании получаемого грунта для размещения его на полях, ландшафтных озеленениях и пр.

На рисунке 10 представлена структурная схема процесса переработки нефтесодержащих шламов, где 1 - блок подбора нефтесодержащего шлама, 2 - смеситель для гомогенизации эмульсии, 3 - сито для удаления крупного мусора, 4 - установка подогрева воды до температуры порядка 65°-70°, 5 - накопитель оборотной воды, 6 - установка активации процессов (УАП), 7 - рекуператор, 8 - термостатная емкость предварительного осаждения механических примесей, 9 - гравитационно-коалесцентный сепаратор Гамма 1, 10 - блок очистки отработанной воды, 11 - дозатор почвообразующих микроорганизмов, 12 - шнековый транспортер для отвода накопленных осадков в смеситель для обогащения почвообразующими микроорганизмами для получения грунта.



- |  |   |
|--|---|
| 1 - блок подбора нефтесодержащего шлама;                     | 8 - термостатная емкость предварительного осаждения механических примесей;  |
| 2 - смеситель для гомогенизации эмульсии;                    | 9 - гравитационно-коалесцентный сепаратор Гамма 1;  |
| 3 - сито для удаления крупного мусора;                       | 10 - блок очистки отработанной воды;  |
| 4 - установка подогрева воды до температуры порядка 65°-70°; | 11 - дозатор почвообразующих микроорганизмов;   |
| 5 - накопитель оборотной воды;                               | 12 - шнековый транспортер для отвода накопленных осадков в смеситель для обогащения почвообразующими микроорганизмами для получения грунта. |
| 6 - установка активации процессов (УАП);                     |   |
| 7 - рекуператор;   |   |

Рисунок 10 - Структурная схема процесса переработки нефтесодержащих шламов

Установка для обработки твердых коммунальных отходов представляет собой герметичную термоизолированную систему и содержит цилиндрическую сушильную камеру 1, сообщающуюся с герметичными накопительными бункерами подачи исходных отходов 2 и выгрузки высушенных отходов 3, снабженными герметизирующими крышками 4 и 5 соответственно. Накопительный бункер подачи исходных отходов 2 снабжен

питателем 6, отделенным от бункера 2 герметизирующей крышкой 4, и расположен на входе в сушильную камеру 1. Накопительный бункер выгрузки высушенных отходов 3 расположен на выходе сушильной камеры 1, сообщен с ней посредством открытого люка 7, расположенного в нижней части сушильной камеры 1, и снабжен сортировочной камерой 8 с виброситом 9 и лотками отвода мелких 10 и крупных 11 частиц. На выходе сушильная камера 1 снабжена также выпускным устройством отработанного пара 12, соединенным последовательно с конденсатором 13 и посредством водяного насоса 14 через возвратную магистраль 15 с патрубком подачи сконденсированного отработанного пара 16 пароперегревателя 17. Патрубок отвода перегретого пара 18 пароперегревателя 17, соединен через общий коллектор перегретого пара 19 с многоствольным сопловым аппаратом 20 подачи перегретого пара в сушильную камеру 1. Сопла 21 многоствольного соплового аппарата 20 расположены на внутренней поверхности цилиндрического корпуса сушильной камеры 1 заподлицо с ней тремя группами I, II и III, равномерно распределенными в нижней части цилиндрического корпуса по его длине и по равноудаленным дугам поперечных сечений цилиндрического корпуса на равном расстоянии между собой.

Каждая из групп многоствольного соплового аппарата на разветвлениях общего коллектора 19 снабжена регулятором давления 22 и регулятором температуры 23.

Установка снабжена транспортирующим устройством, состоящим из двух секций, расположенных на едином валу 24 с приводом 25. Первая секция транспортирующего устройства расположена в герметичном накопительном бункере подачи исходных отходов 2 и выполнена в форме шнека 26 на первой секции 27 единого вала 24. Внутри первой секции 27 вала 24 проходит паропровод (на чертеже не показан), который соединен с патрубком отвода перегретого пара 18 из пароперегревателя 17. Вторая секция транспортирующего устройства расположена в сушильной камере 1 и

представляет установленные на перфорированной части 28 единого вала 24, снабженной форсунками 29, попеременно чередующиеся толкающе-перемешивающие лопасти 30 и плоские трубчатые ворошители 31, при этом оси соседних лопастей 30, а также плоскости соседних ворошителей 31 взаимно перпендикулярны. Паропровод, проходящий внутри первой секции 27 единого вала 24, на входе в сушильную камеру 1 переходит в перфорированную часть 28 единого вала 24. Сушильная камера может быть установлена под углом 2-5° к горизонту, что дополнительно способствует прохождению отходов вдоль сушильной камеры 1 к выходу из нее. Между конденсатором отработанного пара 13 и пароперегревателем 17 может быть установлена система очистки конденсата от примесей (на чертеже не показана). Установка содержит конвейер загрузки твердых коммунальных отходов 32.

Таким образом, предложенные способ и установка обработки отходов позволяют интенсифицировать процесс сушки, повысить степень их очистки от влажных фракций, что приводит к увеличению количества и качества вторичных материальных ресурсов и снижает количество отходов, направляемых на полигонное захоронение, что в свою очередь сокращает количество земель, отчуждаемых под полигонное захоронение и снижает риски загрязнения окружающей среды.

### **5.3 Разработка документированных процедур согласно ИСО 14000**

В данном разделе разработана документированная процедура по обращению с отходами нефтепродуктов на основании «ГОСТ Р 57703-2017 Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Ликвидация отработанных нефтепродуктов» [11], «ГОСТ 21046-2015 Нефтепродукты отработанные. Общие технические условия» [12]. Документированная процедура по обращению с отходами нефтепродуктов представлена в таблице 9.



Таблица 9 - Документированная процедура по обращению с отходами

Действие	Документ на входе	Документ на выходе	Ответственный/исполнитель	Примечание
Сбор и хранение отходов по маркам, сортам, группам или подгруппам в соответствии с нормативно-технической документацией	ГОСТ 21046-2015 Нефтепродукты отработанные. Общие технические условия Проект образования нормативов отходов, книга учета отходов	Журнал учета размещения в местах временного хранения отходов	Руководитель эксплуатирующей организации/эколог	Не допускается слив отработанных нефтепродуктов на землю, в водоемы и канализационные системы
Отбор проб отработанных нефтепродуктов	Журнал учета размещения в местах временного хранения отходов	Документ о качестве нефтепродуктов, паспорта опасного отхода	Эколог/руководитель лаборатории химического анализа	
Транспортирование отработанных нефтепродуктов в организацию, принимающую нефтепродукты	Журнал учета размещения в местах временного хранения отходов, документ о качестве нефтепродуктов	Акт приемки-сдачи нефтепродуктов	Руководитель эксплуатирующей организации, эколог/принимающая организация	Отработанные нефтепродукты принимают партиями. Партией считают любое количество отработанного нефтепродукта одной группы, сопровождаемое одним документом о качестве. Автозаправочные станции принимают отработанные нефтепродукты без документа о качестве

Организации, образовавшие отходы отработанных нефтепродуктов, проводят их анализ в процессе накопления перед их использованием или передачей другому лицу. Отбор проб отработанных нефтепродуктов для

проведения анализа осуществляется по «ГОСТ 2517-2012 Нефть и нефтепродукты. Методы отбора проб» [13]. Для отбора проб нефти и нефтепродуктов применяют пробоотборники. Объем объединенной пробы устанавливается в нормативно-технической документации на конкретную продукцию. В качестве пробосборника, предназначенного для накопления объединенной пробы, применяют сосуды, в зависимости от вида отбираемой нефти или нефтепродукта, или выполняемого анализа [13].

При выполнении работ по отбору проб следует соблюдать правила техники безопасности и пожарной безопасности при обращении с нефтью и нефтепродуктами.

«Утилизация и удаление отработанных нефтепродуктов осуществляются специализированными предприятиями на основании лицензий на деятельность по обращению с опасными отходами с учетом наилучших доступных технологий» [11].

## 6 Защита в чрезвычайных и аварийных ситуациях

### 6.1 Анализ возможных аварийных ситуаций или отказов на объекте

Аварийные ситуации при обслуживании оборудования при нефтедобыче, как правило, связаны с поломками скважинного оборудования, колонны бурильных и обсадных труб, НКТ, падением на забой штанг, кабеля, двигателей, обрыв насосов и т.д. Причинами этих аварий являются следствием нарушений технологического процесса, режима и параметров работы. Еще одними из причин аварий в нефтегазодобыче - коррозия, отложение АСПО, механические повреждения.

На рисунке 11 представлены основные причины аварийных ситуаций в нефтегазодобыче.



Рисунок 11 - Основные причины аварийных ситуаций в нефтегазодобыче

Одной из важных мер сокращения аварийности при эксплуатации скважин в АО «Транснефть-Дружба» с целью предупреждения аварий и осложнений — это систематические профилактические работы.

Как известно, нефтепродукты содержат коррозионные вещества. При наличии сероводорода, углекислого газа используемое оборудование подвергается коррозионному разрушению. Во избежание коррозии в АО «Транснефть-Дружба» в скважины периодически закачивают ингибиторы коррозии и применяют трубы из коррозионностойких материалов.

## **6.2 Разработка планов локализации и ликвидации аварийных ситуаций (ПЛА) на взрывопожароопасных и химически опасных производственных объектах**

АО «Транснефть-Дружба» является объектом повышенной опасности. ПЛА в АО «Транснефть-Дружба» разрабатывается с целью:

- планирования действий персонала и специализированных служб при аварийных ситуациях;
- определения готовности организации к локализации и ликвидации аварий;
- выявление достаточности принятых мер по предупреждению аварий на объекте;
- разработки мероприятий по локализации и ликвидации последствий аварий на ОПО.

ПЛА разрабатывается на основе анализа аварийных ситуаций на объектах рассматриваемой отрасли.

Структура и содержание ПЛА выполняется на основании Приказа № 781 от 26 декабря 2012 года «Об утверждении Рекомендаций по разработке планов локализации и ликвидации аварий на взрывопожароопасных и химически опасных производственных объектах» [15].

### 6.3. Планирование действий по предупреждению и ликвидации ЧС, а также мероприятий гражданской обороны для территорий и объектов

Этапы планирования действий по предупреждению и ликвидации ЧС в АО «Транснефть-Дружба» представлены на рисунке 12.

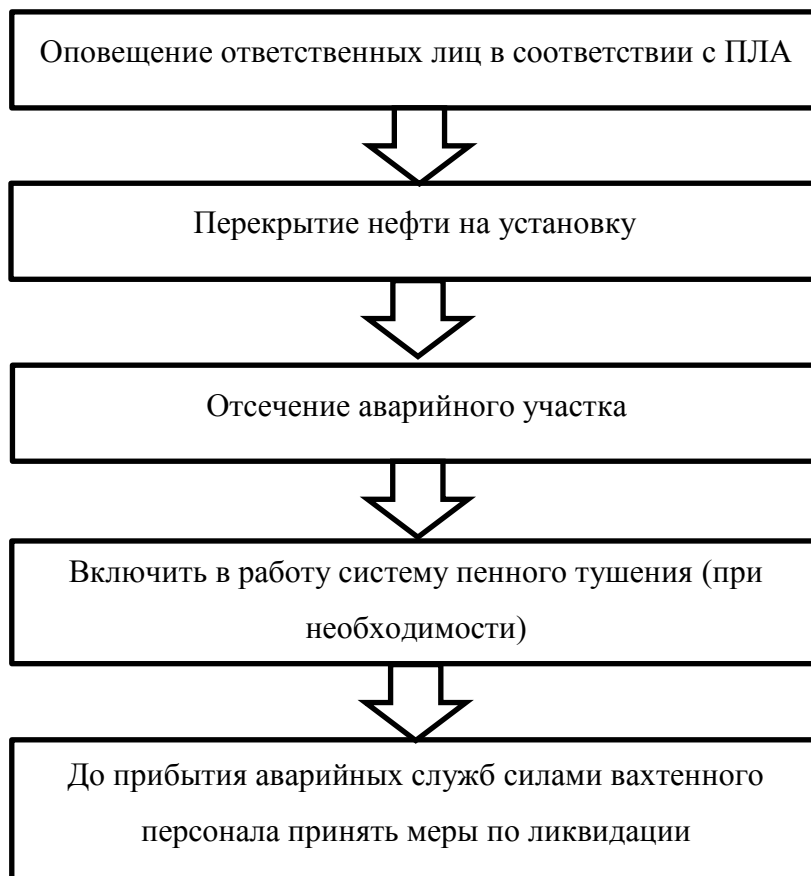


Рисунок 12 - Этапы планирования действий по предупреждению и ликвидации ЧС в АО «Транснефть-Дружба»

В случае непредвиденных обстоятельств начальник смены принимает решение сообразуясь с обстановкой, направленное на ликвидацию аварийной обстановки.

## **6.4 Рассредоточение и эвакуация из зон ЧС**

Рассредоточение и эвакуация из зон ЧС запланированы в ПЛА на начальном этапе. На этом этапе необходимо осуществить следующие действия:

- оповестить население об опасности;
- использование средства индивидуальной и коллективной защиты, убежища, средства медицинской профилактики;
- эвакуация рабочих, служащих и населения из районов, где сохраняется опасность поражения и оказание помощи пострадавшим.

## **6.5 Технология ведения поисково-спасательных и аварийно-спасательных работ в соответствии с размером и характером деятельности организации**

Подготовка к проведению работ по поисково-спасательной и аварийно-спасательной работе:

- проведение разведки, оценка обстановки и прогнозирование ее развития;
- приведение в готовность органов управления и сил, создание группировки сил и средств;
- выдвижение сил и средств в зону ЧС;
- принятие решения на проведение аварийно-спасательных работ.
- розыск, извлечение, вынос пострадавших и оказание им медицинской помощи;
- соблюдение режимов поведения населения и спасателей.

## **6.6 Использование средств индивидуальной защиты в случае угрозы возникновения аварийной или чрезвычайной ситуации**

Основным видом СИЗ в случае возникновения аварийной ситуации являются изолирующие средства индивидуальной защиты органов дыхания в соответствии с антропометрическими данными и испытание на пригодность к работе. Предельно допустимое время работы спасателей устанавливают в зависимости от термических и физических нагрузок, вида СИЗ и метеоусловий. Порядок использования СИЗ должен соответствовать нормативным документам на них, определяющим порядок и условия их использования.

## 7 Оценка эффективности мероприятий по обеспечению техносферной безопасности

### 7.1 Разработка плана мероприятий по улучшению условий, охраны труда и промышленной безопасности

В работе предложены мероприятия по улучшению условий, охраны труда и экологической безопасности: Инженерный симулятор процесса добычи и транспортировки продукции скважин и способ переработки нефтесодержащего шлама и технологический комплекс для его осуществления. Данные мероприятия включены в план мероприятий, представленный в таблице 10.

Таблица 10 - План мероприятий по улучшению условий и охраны труда и снижению уровней профессиональных рисков

Наименование рабочего места	Наименование мероприятия	Цель мероприятия	Срок выполнения	Структурные подразделения, привлекаемые для выполнения мероприятия	Отметка о выполнении
Оператор по добыче нефти и газа, оператор по сбору газа	Инженерный симулятор процесса добычи и транспортировки продукции скважин	Увеличение межремонтного периода, межочистного периода работы скважин и увеличение наработки на отказ глубинного насосного оборудования, повышение	20.12.2020	Отдел охраны труда и промышленной безопасности. Участок по добыче и сбору нефти и газа	В работе
	Способ переработки	эффективности работы промысловой системы сбора и транспорта продукции скважин от скважины до установки промысловой подготовки нефти переработка нефтесодержащих шламов снижение количества отходов, направляемых на полигонное захоронение	20.12.2020	Отдел ООС, лаборатория	В работе



## 7.2 Расчет размера скидок и надбавок к страховым тарифам на обязательное социальное страхование от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний

На основании Приказа Минтруда России от 30.12.2016 № 851н «Об утверждении Классификации видов экономической деятельности по классам профессионального риска» [20] Код ОКВЭД АО «Транснефть-Дружба» - 06.10 «Добыча сырой нефти и нефтяного (попутного) газа». Класс профессионального риска - 30, соответственно, размер страхового тарифа – 7,4%. В таблице 11 представлены данные для расчета размера скидки (надбавки).

Таблица 11 – Данные для расчета размера скидки (надбавки)

Показатель	усл. обоз.	ед. изм.	Данные по годам		
			2017	2018	2019
Среднесписочная численность работников	N	чел	1500	1550	1600
Количество страховых случаев за 1 год	K	шт.	9	9	8
Количество страховых случаев за год, исключая со смертельным исходом	S	шт.	4	3	2
Число дней временной нетрудоспособности в связи со страховым случаем	T	дн.	400	500	400
Сумма обеспечения по страхованию	O	руб.	300 000	205 000	200 000
Фонд заработной платы за год	ФЗП	руб.	55 000 000	55 000 000	56 000 000
Число рабочих мест, на которых проведена спец оценка раб мест	q11	шт.	1400	1300	1400
Число рабочих мест, подлежащих оценке	q12	шт.	1400	1500	1550
Число рабочих мест, отнесенных к вредным и опасным классам условий труда по результатам оценки	q13	шт.	1000	1000	1000

Продолжение таблицы 11

Показатель	усл. обоз.	ед. изм.	Данные по годам		
			2017	2018	2019
Число работников, прошедших медицинские осмотры	q21	чел.	1400	1450	1500
Число работников, подлежащих направлению на медицинские осмотры	q22	чел.	1500	1550	1600

Показатель  $a_{стр}$  рассчитывается по формуле 7.1:

$$a_{стр} = \frac{O}{V}, \quad (1)$$

$$V = \Sigma \Phi З П \cdot t_{стр}, \quad (2)$$

где  $t_{стр} = 7,4\%$ .

$$V = \Sigma \Phi З П \cdot t_{стр} = 166\,000\,000 \cdot 7,4\% = 12\,284\,000$$

$$a_{стр} = \frac{O}{V} = \frac{705\,000}{12\,284\,000} = 0,09$$

Показатель  $b_{стр}$  - количество страховых случаев у страхователя, на 1000 работающих:

$$b_{стр} = \frac{K \cdot 100}{N}, \quad (3)$$

где  $N$  – среднесписочная численность за 3 года, предшествующих текущему (чел.);

$$b_{стр} = \frac{K \cdot 1000}{N} = \frac{26 \cdot 1000}{1550} = 16,8$$

Показатель  $c_{\text{стр}}$  рассчитывается по формуле:

$$c_{\text{стр}} = \frac{T}{S} \quad (4)$$

$$c_{\text{стр}} = \frac{T}{S} = \frac{1250}{9} = 138,9$$

Коэффициент  $q1$  проведения спец. оценки условий труда у страхователя рассчитывается по следующей формуле:

$$q1 = (q11 - q13)/q12 \quad (5)$$

$$q1 = \frac{(1400 - 1000)}{1550} = 0,3$$

Коэффициент  $q2$  проведения обязательных предварительных и периодических медицинских осмотров у страхователя рассчитывается по формуле:

$$q2 = q21/q22 \quad (6)$$

$$q2 = 1500/1600 = 0,9$$

Поскольку все получившиеся данные больше значений трех аналогичных показателей по виду экономической деятельности, устанавливается надбавка. Рассчитываем размер надбавки:

$$P(\%) = \left\{ \left( \frac{a_{\text{стр}}}{a_{\text{вэд}}} + \frac{b_{\text{стр}}}{b_{\text{вэд}}} + \frac{c_{\text{стр}}}{c_{\text{вэд}}} \right) 3 - 1 \right\} \cdot (1 - q1) \cdot (1 - q2) \cdot 100 \quad (7)$$

$$P(\%) = \left\{ \frac{\left( \frac{0,09}{0,08} + \frac{16,8}{1,1} + \frac{138,9}{98,47} \right)}{3 - 1} \right\} \cdot (0,7) \cdot (0,1) \cdot 100 = 38,6\%$$

Рассчитываем размер страхового тарифа на следующий год с учетом надбавки:

$$t_{\text{стр}}^{2019} = t_{\text{стр}}^{2018} + t_{\text{стр}}^{2018} \times P \quad (8)$$

$$t_{\text{стр}}^{2019} = 7,4 + 7,4 \times 38,6\% = 10,26\%$$

Рассчитываем размер страховых взносов по новому тарифу в следующем году:

$$V^{2019} = \text{ФЗП}^{2018} \times t_{\text{стр}}^{2019} = 56\,000\,000 \times 10,26\% = 5\,745\,600\,000,$$

$$V^{2018} = \text{ФЗП}^{2017} \times t_{\text{стр}}^{2019} = 55\,000\,000 \times 10,26\% = 5\,643\,000\,000$$

Определяем размер роста страховых взносов в следующем году:

$$\Xi = V^{2019} - V^{2018} = 5\,745\,600\,000 - 5\,643\,000\,000 = 102\,600\,000.$$

В разделе произведён расчет размера скидок и надбавок к страховым тарифам.

### **7.3 Оценка снижения уровня травматизма, профессиональной заболеваемости по результатам выполнения плана мероприятий по улучшению условий, охраны труда и промышленной безопасности**

Данные для расчета социально-экономической эффективности мероприятий по обеспечению безопасности труда представлены в таблице 12.

Уменьшение численности занятых ( $\Delta Ч$ ), работающих в условиях, которые не отвечают нормативно-гигиеническим требованиям:

$$\Delta Ч = \frac{Ч_1 - Ч_2}{ССЧ} \times 100\% \quad (9)$$

$$\Delta Ч = \frac{6,5 - 5,1}{1400} \times 100\% = 0,1 = 1$$

Коэффициент частоты травматизма:

$$К_{ч} = \frac{Ч_{нс} \times 1000}{ССЧ} \quad (10)$$

Таблица 12 - Данные для расчета социально-экономической эффективности мероприятий по обеспечению безопасности труда

Наименование показателя	усл. обозн.	ед. измер.	Данные	
			1	2
численность занятых, работающих в условиях, которые не отвечают нормативно-гигиеническим требованиям	Ч <sub>і</sub>	чел.	40	35
годовая среднесписочная численность	ССЧ	чел.	1400	1580
Число пострадавших от несчастных случаев	Ч <sub>нс</sub>	чел.	9	8
Количество дней нетрудоспособности в связи с несчастными случаями	Д <sub>нс</sub>	дн.	500	400
Плановый фонд рабочего времени в днях	Фплан	дни	2400	2400
Время оперативное	t <sub>о</sub>	мин	100	100
Время обслуживания рабочего места	t <sub>ом</sub>	мин	30	20
Время на отдых	t <sub>отл</sub>	мин	60	60
Ставка рабочего	T <sub>чс</sub>	руб./ч	250	250
Коэффициент доплат	k <sub>допл.</sub>	%	20	20
Продолжительность рабочей смены	T	час	10	10
Количество рабочих смен	S	шт	1	1
Коэффициент материальных затрат в связи с несчастным случаем	μ		2	2
страховой тариф по обязательному социальному страхованию от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний	t <sub>страх</sub>	%	7,4	7,4

Нормативный коэффициент сравнительной экономической эффективности	Ен		2	2
Единовременные затраты	Зед	руб.	1 600 000	1 500 000

$$K_{ч1} = \frac{9 \times 1000}{1400} = 6,5$$

$$K_{ч2} = \frac{8 \times 1000}{1580} = 5,1$$

Коэффициент тяжести травматизма:

$$K_T = \frac{D_{НС}}{Ч_{НС}} \quad (11)$$

$$K_{T1} = \frac{500}{9} = 55,5,$$

$$K_{T2} = \frac{400}{8} = 50$$

Изменение коэффициента частоты травматизма ( $\Delta K_q$ ):

$$\Delta K_q = 100 - \frac{K_{ч2}}{K_{ч1}} \times 100 \quad (12)$$

$$\Delta K_q = 100 - \frac{5,1}{6,5} \times 100 = 99,21$$

Изменение коэффициента тяжести травматизма ( $\Delta K_T$ ):

$$\Delta K_T = 100 - \frac{K_{T2}}{K_{T1}} \times 100 \quad (13)$$

$$\Delta K_T = 100 - \frac{50}{55,5} \times 100 = 99,09$$

Потери рабочего времени в связи с временной утратой трудоспособности на 100 рабочих за год:

$$ВУТ = \frac{100 \times D_{НС}}{ССЧ} \quad (14)$$

$$ВУТ1 = \frac{100 \times 500}{1400} = 35,7$$

$$ВУТ2 = \frac{100 \times 400}{1580} = 25,3$$

Фактический годовой фонд рабочего времени 1 основного рабочего:

$$\Phi_{\text{факт}} = \Phi_{\text{план}} - ВУТ \quad (15)$$

$$\Phi_{\text{факт1}} = 2400 - 35,7 = 2364,3$$

$$\Phi_{\text{факт2}} = 2400 - 25,3 = 2374,7$$

Прирост фактического фонда рабочего времени 1 основного рабочего после проведения мероприятия по охране труда:

$$\Delta \Phi_{\text{факт}} = \Phi_{\text{факт2}} - \Phi_{\text{факт1}} \quad (16)$$

$$\Delta \Phi_{\text{факт}} = 2374,7 - 2364,3 = 10,4$$

Относительное высвобождение численности рабочих за счет снижения количества дней невыхода на работу:

$$\mathcal{E}_ч = \frac{ВУТ_1 - ВУТ_2}{\Phi_{факт1}} \times Ч_1 \quad (17)$$

$$\mathcal{E}_ч = \frac{35,7 - 25,3}{2374,7} \times 40 = 0,2 = 1$$

В разделе произведена оценка снижения уровня травматизма, профессиональной заболеваемости по результатам выполнения плана мероприятий.

#### **7.4 Оценка снижения размера выплаты льгот, компенсаций работникам организации за вредные и опасные условия труда**

Общий годовой экономический эффект ( $\mathcal{E}_Г$ ) от мероприятий по улучшению условий труда представляет собой экономию приведенных затрат от внедрения данных мероприятий:

$$\mathcal{E}_Г = \mathcal{E}_{мз} + \mathcal{E}_{\text{усл тр}} + \mathcal{E}_{\text{страх}} \quad (18)$$

Среднедневная заработная плата:

$$ЗПЛ_{\text{дн}} = T_{\text{час}} \times T \times S \times (100\% + k_{\text{допл}}) \quad (19)$$

$$ЗПЛ_{\text{дн1}} = 250 \times 10 \times 1 \times (100\% + 20) = 3000$$

$$ЗПЛ_{\text{дн2}} = 250 \times 10 \times 1 \times (100\% + 20) = 3000$$



Материальные затраты в связи с несчастными случаями на производстве:

$$P_{\text{мз}} = \text{ВУТ} \times \text{ЗПЛ}_{\text{дн}} \times x \times \mu \quad (20)$$

$$P_{\text{мз1}} = 35,7 \times 3000 \times 2 \times 2 = 428\,400$$

$$P_{\text{мз2}} = 25,3 \times 3000 \times 2 \times 2 = 303\,600$$

Годовая экономия материальных затрат:

$$\text{Э}_{\text{мз}} = P_{\text{мз2}} - P_{\text{мз1}} \quad (21)$$

$$\text{Э}_{\text{мз}} = 428\,400 - 303\,600 = 124\,800$$

Среднегодовая заработная плата:

$$\text{ЗПЛ}_{\text{год}} = \text{ЗПЛ}_{\text{дн}} \times \Phi_{\text{план}} \quad (22)$$

$$\text{ЗПЛ}_{\text{год1}} = 3000 \times 2400 = 7\,200\,000$$

$$\text{ЗПЛ}_{\text{год2}} = 3000 \times 2400 = 7\,200\,000$$

Годовая экономия за счет уменьшения затрат на выплату льгот и компенсаций за работу в неблагоприятных условиях труда:

$$\text{Э}_{\text{усл тр}} = \text{Ч}_1 \times \text{ЗПЛ}_{\text{год1}} - \text{Ч}_2 \times \text{ЗПЛ}_{\text{год2}} \quad (23)$$

$$\text{Э}_{\text{усл тр}} = 40 \times 7\,200\,000 - 35 \times 7\,200\,000 = 36\,000\,000$$

Годовая экономия по отчислениям на социальное страхование ( $\text{Э}_{\text{страх}}$ ).

$$\mathcal{E}_{\text{страх}} = \mathcal{E}_{\text{усл.тр}} \times t_{\text{страх}} \quad (24)$$

$$\mathcal{E}_{\text{страх}} = 36\,000\,000 \times 7,4 = 266\,400\,000$$

$$\mathcal{E}_{\Gamma} = 124\,800 + 36\,000\,000 + 266\,400\,000 = 230\,275\,200$$

Срок окупаемости затрат на проведение мероприятий:

$$T_{\text{ед}} = \frac{\mathcal{E}_{\text{ед}}}{\mathcal{E}_{\Gamma}} \quad (25)$$

$$T_{\text{ед}} = \frac{1\,500\,000}{230\,275\,200} = 0,007 \text{ г.}$$

Коэффициент экономической эффективности затрат:

$$E_{\text{ед}} = \frac{1}{T_{\text{ед}}} \quad (26)$$

$$E_{\text{ед}} = \frac{1}{0,007} = 142,9$$

В разделе рассчитана оценка снижения размера выплаты льгот, компенсаций работникам организации за вредные и опасные условия труда.

## **7.5 Оценка производительности труда в связи с улучшением условий и охраны труда в организации**

Прирост производительности труда за счет уменьшения затрат времени на выполнение операции:

$$П_{\text{тр}} = \frac{t_{\text{шт1}} - t_{\text{шт2}}}{t_{\text{шт1}}} \times 100\% \quad (27)$$

Суммарные затраты времени (включая перерывы на отдых) на технологический цикл:

$$t_{\text{шт}} = t_o + t_{\text{ом}} + t_{\text{отл}} \quad (28)$$

$$t_{\text{шт1}} = 100 + 30 + 60 = 190$$

$$t_{\text{шт2}} = 100 + 20 + 60 = 180$$

$$П_{\text{тр}} = \frac{190 - 180}{190} \times 100 = 5,3$$

Прирост производительности труда за счет экономии численности работников в результате повышения трудоспособности:

$$П_{\text{эч}} = \frac{\text{Эч} \times 100\%}{\text{ССЧ}_1 - \text{Эч}} \quad (29)$$

$$П_{\text{эч}} = \frac{1 \times 100\%}{1400 - 1} = 0,07$$

В разделе произведена оценка производительности труда в связи с улучшением условий и охраны труда в организации

## Заключение

В работе решены поставленные задачи:

- проведен анализ в области охраны труда и промышленной безопасности на объектах АО «Транснефть-Дружба»;
- проведен анализ в области охраны окружающей среды, ГО и ЧС на объектах АО «Транснефть-Дружба»;
- разработаны мероприятия по обеспечению безопасности технологического процесса проведения работ по обслуживанию технологического оборудования по добыче нефтепродуктов.

Анализ показал, что на объектах нефтегазовых предприятий очень часто нарушается технологический процесс, оборудование содержится в ненадлежащем для эксплуатации состоянии.

В связи с этим, предложен «Инженерный симулятор процесса добычи и транспортировки продукции скважин». Техническим результатом внедрения является увеличение межремонтного периода, межочистного периода работы скважин и увеличение наработки на отказ глубинного насосного оборудования, а также в повышение эффективности работы промысловой системы сбора и транспорта продукции скважин от скважины до установки промысловой подготовки нефти.

Также предложен «Способ и установка обработки отходов», который позволит интенсифицировать процесс сушки, повысить степень их очистки от влажных фракций, что приводит к увеличению количества и качества вторичных материальных ресурсов и снижает количество отходов, направляемых на полигонное захоронение, что в свою очередь сокращает количество земель, отчуждаемых под полигонное захоронение и снижает риски загрязнения окружающей среды.

Таким образом, цель бакалаврской работы достигнута.

## Список используемой литературы и используемых источников

1. Публичное акционерное общество «Транснефть» [Электронный ресурс] : URL: <https://www.transneft.ru/> (дата обращения 21.03.2020 года).

2. Об утверждении Типовых норм бесплатной выдачи специальной одежды, специальной обуви и других средств индивидуальной защиты работникам нефтяной промышленности, занятым на работах с вредными и (или) опасными условиями труда, а также на работах, выполняемых в особых температурных условиях или связанных с загрязнением [Электронный ресурс] : Приказ Министерства здравоохранения и социального развития РФ от 9 декабря 2009 г. № 970н (Приложение. Типовые нормы бесплатной выдачи специальной одежды, специальной обуви и других средств индивидуальной защиты работникам нефтяной промышленности, занятым на работах с вредными и (или) опасными условиями труда, а также на работах, выполняемых в особых температурных условиях или связанных с загрязнением, п.31) URL: <http://ivo.garant.ru/#/document/197363/paragraph/1:0> (дата обращения 25.03.2020 года).

3. Межгосударственный стандарт. Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Опасные и вредные производственные факторы. Классификация. [Электронный ресурс] : ГОСТ 12.0.003-2015 URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200136071> (дата обращения 25.03.2020 года).

4. Об утверждении Федеральных норм и правил в области промышленной безопасности «Правила безопасности в нефтяной и газовой промышленности» [Электронный ресурс] : Приказ от 12 марта 2013 года №101 URL: <http://docs.cntd.ru/document/499011004> (дата обращения 25.03.2020 года).

5. Федеральный закон «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» [Электронный ресурс] : 123-ФЗ от 22.07.2008 (последняя редакция) URL: <http://www.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc&base=LAW&n=314824&fl>

d=134&dst=1000000001,0&rnd=0.7975171035265785#06165173021121375

(дата обращения 25.03.2020 года).

6. Об утверждении Типового перечня ежегодно реализуемых работодателем мероприятий по улучшению условий и охраны труда и снижению уровней профессиональных рисков [Электронный ресурс] : Приказ Минздравсоцразвития России от 01.03.2012 № 181н (ред. от 16.06.2014) URL: <http://docs.cntd.ru/document/902334167> (дата обращения 27.03.2020 года).

7. Инженерный симулятор процесса добычи и транспортировки продукции скважин [Электронный ресурс] : Заявка: 2018144327, 13.12.2018. Автор(ы): Хабибуллин Азат Равмерович (RU), Лесной Александр Николаевич (RU), Третьяков Олег Владимирович (RU), Мазеин Игорь Иванович (RU), Усенков Андрей Владимирович (RU), Меркушев Сергей Владимирович (RU), Алтунин Никита Анатольевич (RU), Козлов Антон Анатольевич (RU), Илюшин Павел Юрьевич (RU), Плотников Василий Андреевич (RU), Рахимзянов Руслан Маратович (RU), Старцев Никита Константинович (RU), Патентообладатель(и): Общество с ограниченной ответственностью (ООО) «ЛУКОЙЛ-ПЕРМЬ» (RU) URL: <http://www1.fips.ru/iiss/document.xhtml?faces-redirect=true&id=265f74969da71683ca8a3dead2b430df> (дата обращения 25.03.2020 года).

8. Ручникова, О.И. Экологические технологии: обзор основных направлений использования нефтеотходов в качестве вторичного сырья //О.И. Ручникова/ Инженерная экология. - 2004.- № 1. – С. 2-15.

9. Способ переработки нефтесодержащего шлама и технологический комплекс для его осуществления [Электронный ресурс] : Заявка: 2018129500, 13.08.2018. Автор(ы): Гореванова Татьяна Борисовна (RU), Подобед Андрей Игоревич (RU), Козлов Владимир Иванович (RU), Патентообладатель(и): Гореванова Татьяна Борисовна (RU), Подобед Андрей Игоревич (RU), Козлов Владимир Иванович (RU)

<https://www1.fips.ru/iiss/document.xhtml?faces-redirect=true&id=1d5f1f64aa85917b848a5eba3cd231d5> (дата обращения 27.03.2020 года).

10. Об отходах производства и потребления [Электронный ресурс] : Федеральный закон от 24.06.1998 № 89-ФЗ (ред. от 27.12.2019) URL: <http://www.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc&base=LAW&n=342041&fld=134&dst=1000000001,0&rnd=0.4472998731280129#003678039154217805> (дата обращения 27.03.2020 года).

11. Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Ликвидация отработанных нефтепродуктов [Электронный ресурс] : ГОСТ Р 57703-2017 URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200147104> (дата обращения 27.03.2020 года).

12. Нефтепродукты отработанные. Общие технические условия [Электронный ресурс] : ГОСТ 21046-2015 <http://docs.cntd.ru/document/1200127452> (дата обращения 27.03.2020 года).

13. Нефть и нефтепродукты. Методы отбора проб [Электронный ресурс] : ГОСТ 2517-2012 URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200103869> (дата обращения 27.03.2020 года).

14. Об утверждении Федерального классификационного каталога отходов [Электронный ресурс] : Приказ Росприроднадзора от 22.05.2017 № 242 (ред. от 02.11.2018) (Зарегистрировано в Минюсте России 08.06.2017 № 47008) URL: <http://www.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc&base=LAW&n=312495&fld=134&dst=1000000001,0&rnd=0.6894554585174903#05690347852734459> (дата обращения 27.03.2020 года).

15. Об утверждении Рекомендаций по разработке планов локализации и ликвидации аварий на взрывопожароопасных и химически опасных производственных объектах [Электронный ресурс] : Приказ № 781 от 26 декабря 2012 года <http://docs.cntd.ru/document/902389563> (дата обращения 27.03.2020 года).

16. Об утверждении Положения о разработке планов мероприятий по локализации и ликвидации последствий аварий на опасных производственных объектах [Электронный ресурс] : Постановление Правительства РФ от 26.08.2013 № 730 URL: <http://www.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc&base=LAW&n=151198&fld=134&dst=1000000001,0&rnd=0.05122581289668915#07113719627231982> (дата обращения 27.03.2020 года).

17. Об аварийно-спасательных службах и статусе спасателей [Электронный ресурс] : Федеральный закон от 22.08.1995 № 151-ФЗ (последняя редакция) URL: <http://www.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc&base=LAW&n=328276&fld=134&dst=1000000001,0&rnd=0.925929882072988#0889600715926075> (дата обращения 15.03.2020 года).

18. Методические указания по выполнению раздела «Оценки эффективности мероприятий по обеспечению техносферной безопасности», 2020.

19. Об утверждении Правил финансового обеспечения предупредительных мер по сокращению производственного травматизма и профессиональных заболеваний работников и санаторно-курортного лечения работников, занятых на работах с вредными и (или) опасными производственными факторами [Электронный ресурс] : Приказ Минтруда России от 10.12.2012 № 580н (ред. от 03.12.2018) (Зарегистрировано в Минюсте России 29.12.2012 № 26440) URL: <http://www.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc&base=LAW&n=316128&fld=134&dst=1000000001,0&rnd=0.47160729465910456#07487266192390885> (дата обращения 27.03.2020 года).

20. Об утверждении Классификации видов экономической деятельности по классам профессионального риска [Электронный ресурс] : Приказ Минтруда России от 30.12.2016 № 851н (Зарегистрировано в Минюсте России 18.01.2017 № 45279) URL:



<http://www.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc&base=LAW&n=211247&fld=134&dst=1000000001,0&rnd=0.08357840221650115#01624263030809745>

(дата обращения 27.03.2020 года).

21. Об утверждении значений основных показателей по видам экономической деятельности на 2017 год [Электронный ресурс] : Постановление ФСС РФ от 31.05.2016 № 61 (Зарегистрировано в Минюсте России 22.06.2016 № 42604) URL:

<http://www.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc&base=LAW&n=200035&fld=134&dst=1000000001,0&rnd=0.7825287832148928#07703384910161788>

(дата обращения 27.03.2020 года).

## Приложение А

### Алгоритмы рабочего процесса

На рисунке А1 представлен алгоритм рабочего процесса «Выявление потенциалов в снижении линейных давлений системы сбора продукции скважин для общего увеличения отбора жидкости».

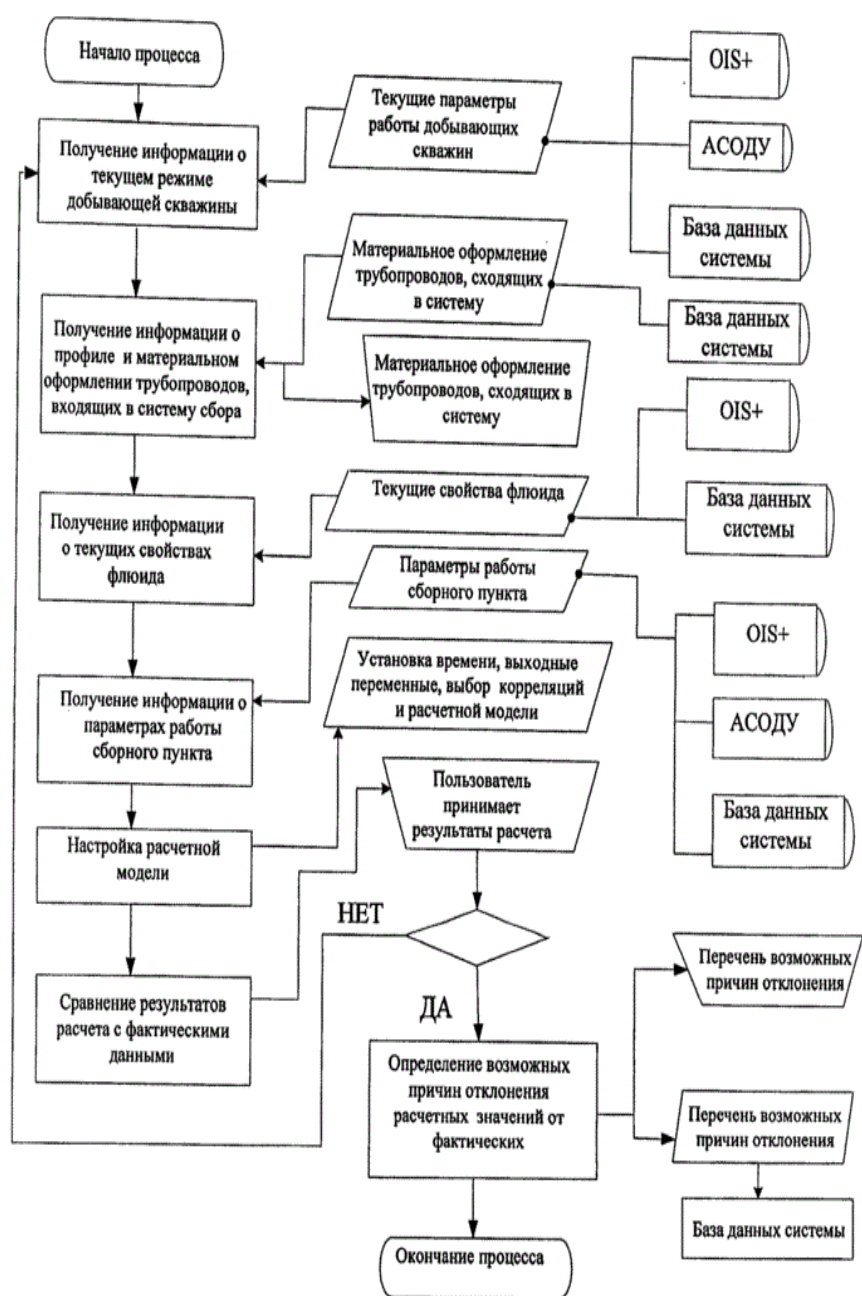


Рисунок А1 - Алгоритм рабочего процесса «Выявление потенциалов в снижении линейных давлений системы сбора продукции скважин для общего увеличения отбора жидкости»

## Продолжение Приложения А

На рисунке А2 представлен алгоритм рабочего процесса «Прогнозирование выпадения АСПО, гидратов при эксплуатации добывающих скважин и системы нефтесбора; прогнозирование солеотложений и выноса механических примесей».

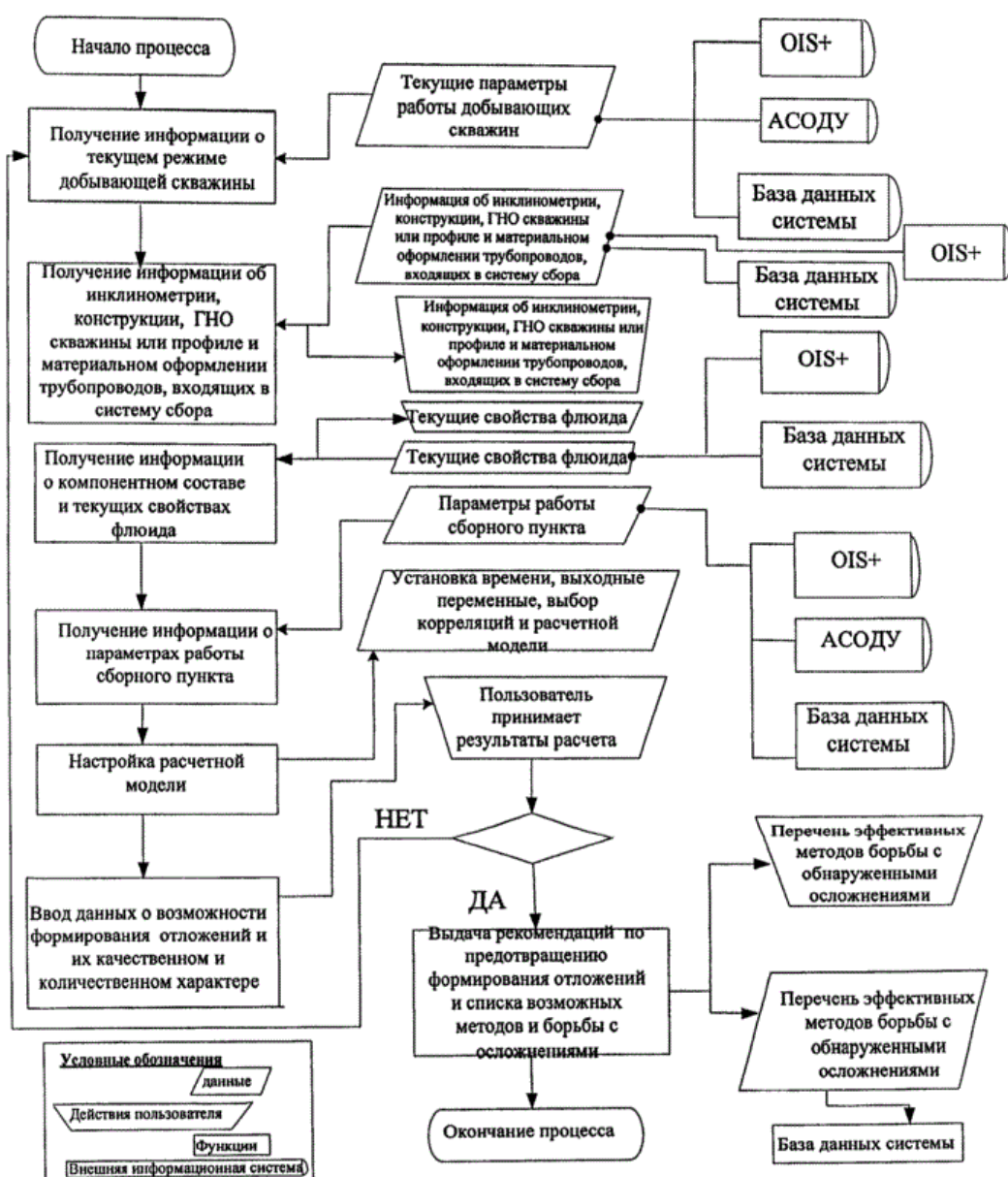


Рисунок А2 - Алгоритм рабочего процесса «Прогнозирование выпадения АСПО, гидратов при эксплуатации добывающих скважин и системы нефтесбора; прогнозирование солеотложений и выноса механических примесей»

## Продолжение Приложения А

На рисунке А3 представлен алгоритм рабочего процесса «Оперативное выявление проблемных участков в колонне НКТ добывающих скважин и сети трубопроводов на начальной стадии».

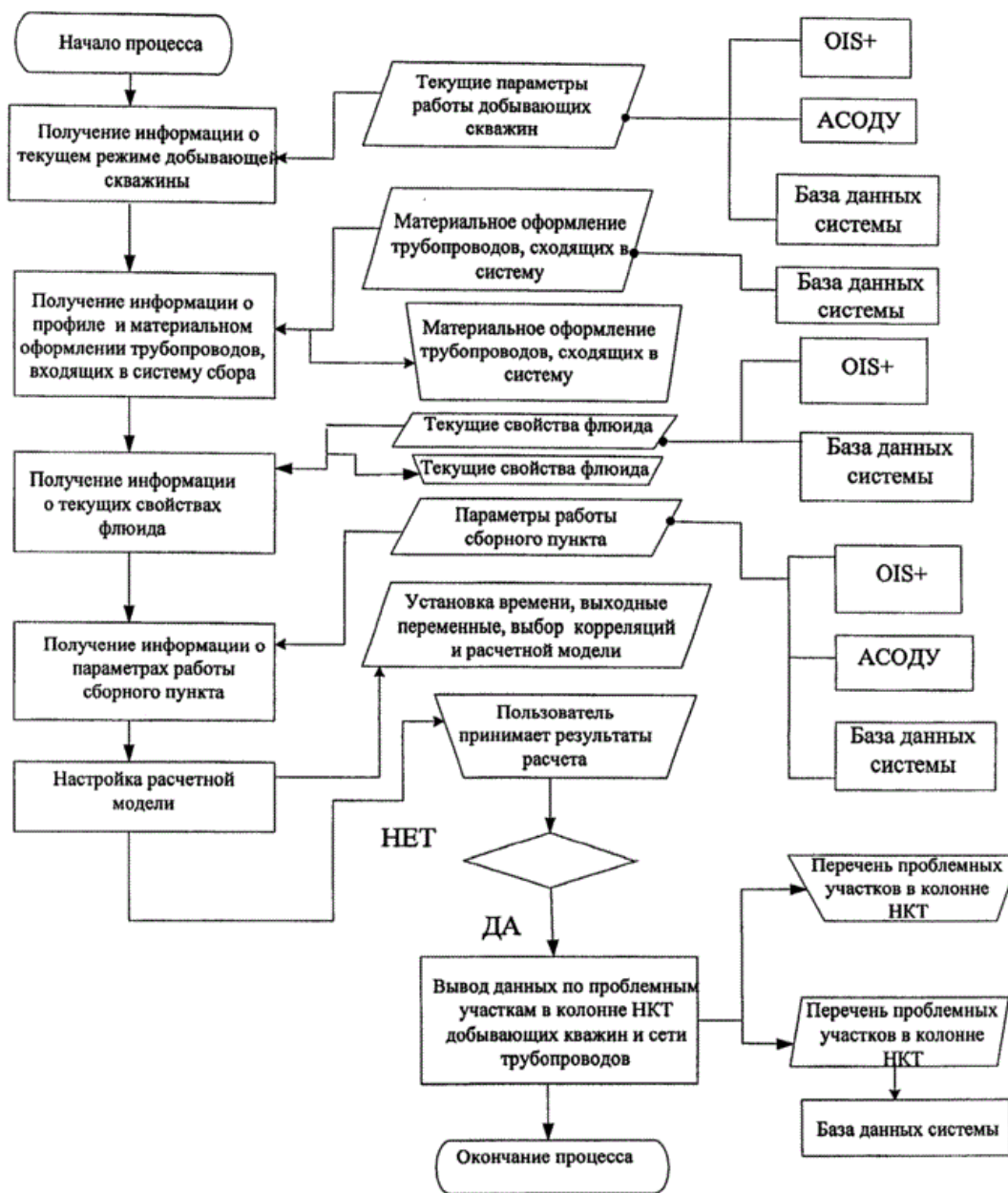


Рисунок А3 - Алгоритм рабочего процесса «Оперативное выявление проблемных участков в колонне НКТ добывающих скважин и сети трубопроводов на начальной стадии»

## Продолжение Приложения А

На рисунке А4 представлен алгоритм рабочего процесса «Анализ и прогнозирование образования коррозии, расчет остаточного ресурса трубопроводов».

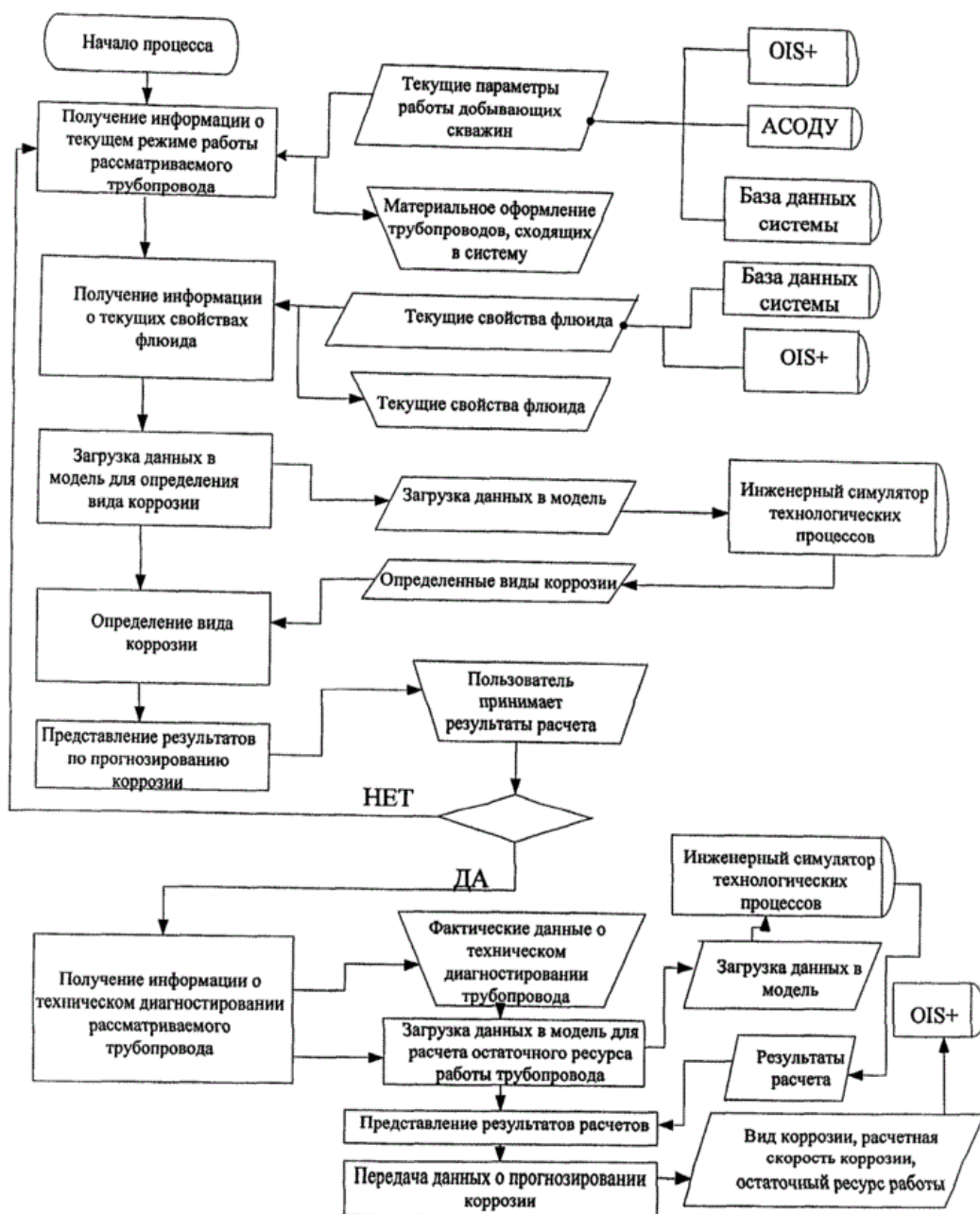


Рисунок А4 - Алгоритм рабочего процесса «Анализ и прогнозирование образования коррозии, расчет остаточного ресурса трубопроводов»

## Продолжение Приложения А

На рисунке А5 представлен алгоритм рабочего процесса «Определение потенциально опасных участков трубопроводов с повышенным коррозионным воздействием».

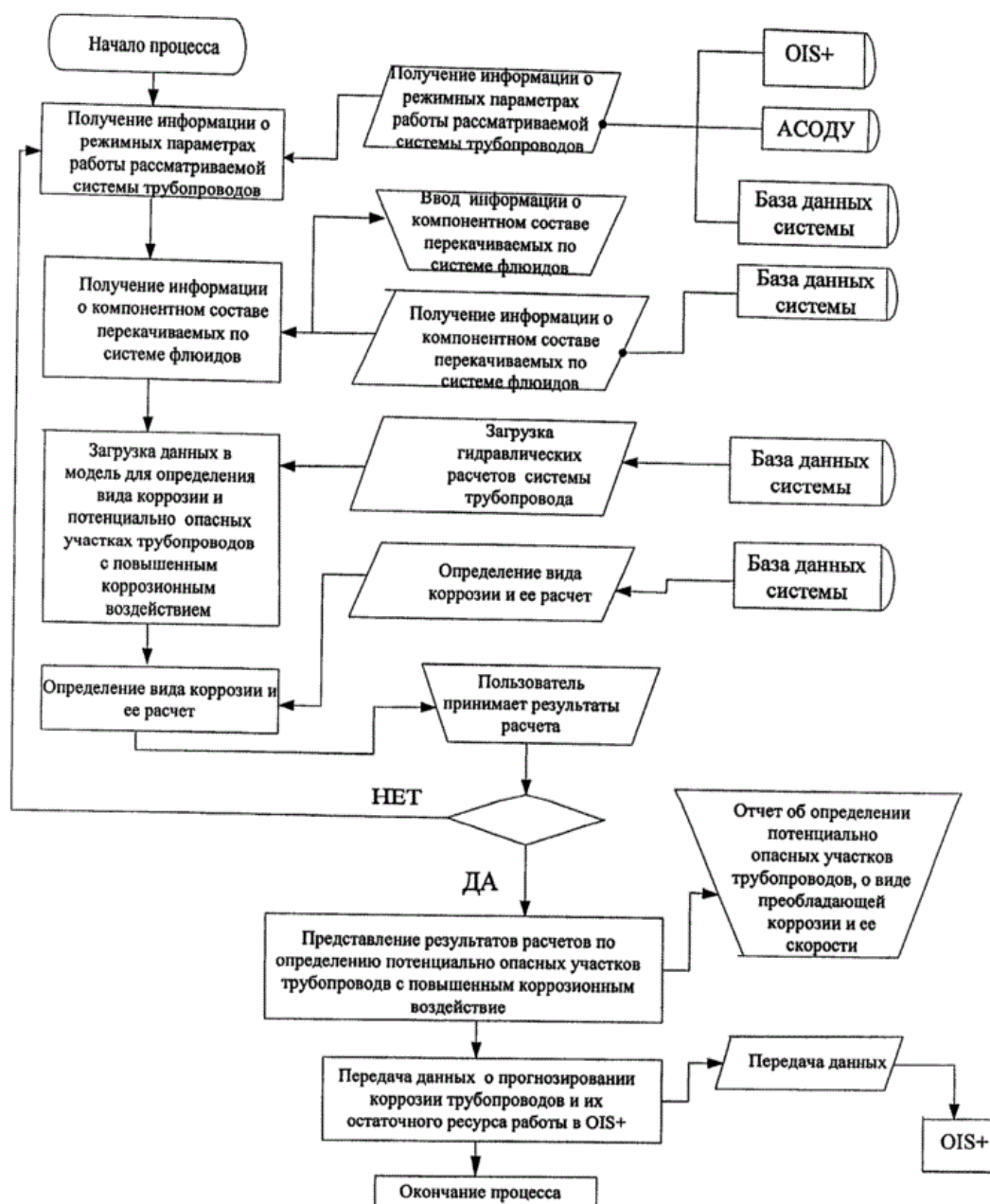


Рисунок А5 - Алгоритм рабочего процесса «Определение потенциально опасных участков трубопроводов с повышенным коррозионным воздействием»



## Приложение Б

### **Пример рабочего процесса «Выявление потенциалов в снижении линейных давлений системы сбора продукции скважин для общего увеличения отбора жидкости» по алгоритму**

Пример: Рабочий процесс «Выявление потенциалов в снижении линейных давлений системы сбора продукции скважин для общего увеличения отбора жидкости» осуществляют с использованием Инженерного симулятора следующим образом:

Шаг 1. Из внешних систем (модуль «Информационная платформа») получают информацию о текущем режиме работы добывающих скважин.

Шаг 2. Получают информацию о профиле и материальном оформлении трубопроводов, входящих в систему сбора продукции скважин.

Шаг 3. Получают информацию о текущих свойствах флюида.

Шаг 4. Получают информации о параметрах работы сборного пункта продукции скважин (система).

Шаг 5. Настраивают расчетную модель.

Шаг 6. Сравнивают результаты расчета с фактическими данными.

Шаг 7. Определяют возможные причины отклонения расчетных значений от фактических.

Описание действий каждого шага.

Шаг 1. Система:

- Создают новый экземпляр рабочего процесса «Выявление потенциалов в снижении линейных давлений системы сбора продукции скважин для общего увеличения отбора жидкости».
- Проверяют заполнение обязательных полей.
- Присваивают уникальный идентификатор экземпляра рабочего процесса.

## Продолжение Приложения Б

- Выполняют обращение к базе данных по текущим параметрам работы добывающих скважин.
- Выполняют обращение к OIS+ Добыча, выполняют загрузку требуемых данных по текущим параметрам работы добывающих скважин.
- Выполняют обращение к АСОДУ, выполняют загрузку фактических данных работы добывающих скважин за требуемый период.
- Выполняют загрузку необходимых параметров из базы данных.

Шаг 2. На этапе получения информации о профиле и материальном оформлении трубопроводов, входящих в систему сбора скважинной продукции

- С помощью системы проверяют заполнение обязательных полей.
- Выполняют обращение к базе данных ИС, выполняют загрузку требуемых данных о профиле и материальном оформлении трубопроводов, входящих в систему сбора.

Шаг 3. На этапе получения информации о текущих свойствах скважинной газожидкостной смеси

- выполняют загрузку требуемых свойств газожидкостной смеси из базы данных OIS+ Добыча или осуществляют ручной ввод информации.

С использованием системы

- проверяют заполнение обязательных полей.
- выполняют обращение к базе данных ИС, загружают требуемые данные свойств флюида.



## Продолжение Приложения Б

- выполняют обращение к OIS+ Добыча, выполняют загрузку данных по текущим свойствам флюида (обводненность, вязкость, газовый фактор, плотность).
- получают подтверждение успешности получения данных из базы данных и OIS+ Добыча.

Шаг 4. На этапе получения информации о параметрах работы сборного пункта продукции скважин (система)

- проверяют заполнение обязательных полей
- выполняют обращение к базе данных, выполняют загрузку требуемых данных по текущим параметрам работы сборного пункта
- выполняют обращение к OIS+ Добыча, выполняют загрузку требуемых данных по текущим параметрам работы сборного пункта
- выполняют обращение к АСОДУ, выполняют загрузку фактических данных работы сборного пункта за требуемый период
- получают подтверждение успешности получения данных из базы данных по текущим параметрам работы добывающих скважин из базы данных системы OIS+ Добыча и АСОДУ

Шаг 5. Настройка расчетной модели

- устанавливают время расчета
- выбирают выходные переменные
- производят выбор корреляций и расчетной модели
- запускают расчетную модель

Система:

## Продолжение Приложения Б

- Проверяют расчетную модель на корректность введенных значений
- Получают подтверждение успешности выполнения расчетов

Шаг 6. Сравнение результатов расчета с фактическими данными

- По результатам 1-5 шагов, получают заполненное табличное и графическое представление результатов расчета в сравнении фактическими значениями.

Система:

- Определяют отклонения фактических данных от результатов расчета.
- Приводят результаты к требуемой форме представления - выполняют запрос о необходимости повторного расчета.
- В случае необходимости повторного расчета, повторяют шаги 1-5 для корректировки исходных значений и настройки расчетной модели

Шаг 7. Определение возможных причин отклонения расчетных значений от фактических. Система автоматически подбирает возможные причины отклонений, формирует перечень причин по требуемой форме и в случае необходимости, система выдает рекомендации дополнительного обращения к другим рабочим процессам Инженерного симулятора.