

## Оглавление

Введение.....	11
1. Характеристика Чкаловского месторождения.....	12
2. Ликвидация аварийных разливов.....	18
2.1. Причины аварийных разливов линейного трубопровода.....	18
2.2. Методы ликвидации аварийных разливов нефти магистрального нефтепровода на суше.....	19
2.3. Технология ликвидации нефтяных разливов в условиях болотистой местности.....	23
3. Анализ результатов использования сорбентов при ликвидации аварийных разливов.....	32
3.1. Основные сведения о сорбенте.....	32
3.2. Испытания сорбентов.....	37
4. Расчеты и аналитика.....	44
4.1. Определение количества нефти, вылившейся из нефтепровода вследствие аварии.....	46
4.2. Оценка степени загрязнения земель.....	55
4.3. Оценка степени загрязнения водных объектов.....	56
4.4. Оценка степени загрязнения атмосферного воздуха.....	57
4.5. Оценка ущерба, подлежащего компенсации, окружающей природной среде от загрязнения земель.....	59
4.6. Оценка ущерба, подлежащего компенсации, окружающей природной среде от загрязнения атмосферы.....	59

					<i>Ликвидация последствий разлива нефти магистрального трубопровода Чкаловского н.м.р. в условиях болотистой местности</i>		
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>			
<i>Разраб.</i>		<i>Соколов В.В.</i>				<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>
<i>Руковод.</i>		<i>Антропова Н.А.</i>					<i>Листов</i>
<i>Консульт.</i>							9
<i>Зав. Каф.</i>		<i>Рудаченко А.В.</i>					100
					<b>ТПУ гр.3-2Б14</b>		

4.7.	Оценка ущерба, подлежащего компенсации, окружающей природной среде от загрязнения водных объектов.....	60
5.	Финансовый менеджмент.....	62
5.1.	Расчет расхода ГСМ.....	63
5.2.	Затраты транспорта, материала, заработной платы на ликвидацию последствий некатегорийного отказа.....	65
5.3.	Расчет отчислений на социальные нужды.....	68
5.4.	Расчет амортизационных отчислений.....	68
5.5.	Организация материально-технического, инженерного, медицинского и финансового обеспечения .....	70
6.	Социальная ответственность.....	75
6.1.	Производственная безопасность.....	76
6.1.1.	Анализ вредных производственных факторов и обоснование мероприятий по их устранению.....	77
6.1.2.	Анализ опасных производственных факторов и обоснование мероприятий по их устранению.....	80
6.2.	Безопасность в чрезвычайных ситуациях.....	83
6.2.1.	Пожарная и взрывная безопасность.....	83
6.2.2.	Безопасность при чрезвычайных антропогенных и природных ситуациях.....	84
6.3.	Экологическая безопасность.....	86
6.4.	Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности..	88
	Заключение.....	90
	Список используемой литературы.....	92
	Приложения.....	95

					<i>Ликвидация последствий разлива нефти магистрального трубопровода Чкаловского н.м.п. в условиях болотистой местности</i>		
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>			
<i>Разраб.</i>		Соколов В.В.			<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Руковод.</i>		Антропова Н.А.				10	100
<i>Консульт.</i>					<b>ТПУ гр.3-2Б14</b>		
<i>Зав. Каф.</i>		Рудаченко А.В.					

## Введение

Значение нефти и газа в народном хозяйстве страны возрастает с каждым годом. Нефть и газ не только наиболее дешевые виды топлива, но и важнейшее сырье для получения многих ценных химических продуктов (синтетического каучука, химических удобрений, моющих средств, пластмасс, прочных и легких строительных материалов др.). Аварии на магистральных нефтепроводах несут за собой серьезные экологические катастрофы.

Магистральный нефтепровод Чкаловского месторождения пролегает в болотистой местности и был изготовлен, и введен в эксплуатацию 30 лет назад, что увеличивает риск аварийного отказа трубопровода.

Совместно с инженерно-техническим персоналом компании были проведены исследования в области локализации и рекультивации мест разлива нефти на болотистой местности.

Цель работы: изучить географическое местоположение Чкаловского н.м.р., исследовать причины аварийного разлива нефти, произвести анализ методов аварийного разлива нефти магистрального нефтепровода, изучить технологию ликвидации разлива нефти в условиях болотистой местности, произвести испытание различных сорбентов и выявить наилучший для конкретного месторождения.

					<i>Ликвидация последствий разлива нефти магистрального трубопровода Чкаловского н.м.р. в условиях болотистой местности</i>		
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>			
<i>Разраб.</i>		Соколов В.В.				<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>
<i>Руковод.</i>		Антропова Н.А.					<i>Листов</i>
<i>Консульт.</i>							11
<i>Зав. Каф.</i>		Рудаченко А.В.					100
					<b>ТПУ гр.3-2Б14</b>		

## 2. Ликвидация аварийных разливов

С момента получения сигнала об инциденте (аварии) должно быть организовано выполнение мероприятий плана ликвидации аварий, которые осуществляются в 3 этапа.

**Этап 1.** Поиск и уточнение места инцидента (аварии), определение характера инцидента (аварии) – ЦТОРТиЛПА-1.

**Этап 2.** Сбор, выезд и доставка персонала и технических средств АВБ из состава ЛПА-1 н.м.р. Чкаловское к месту производства восстановительных работ.

**Этап 3.** Организация и выполнение аварийно восстановительных работ.

До начала проведения аварийно-восстановительных работ их руководителем должны быть уточнены и доведены до сведения каждого работника конкретные обязанности, объемы и сроки предстоящих работ, меры техники безопасности и пожарной безопасности, а также действия на случай возможных обвалов, наводнений, и др. опасных явлений [13].

### 2.1. Причины аварийных разливов линейного трубопровода

В общем случае причинами аварийных разливов нефти на линейных трубопроводах могут являться:

- разгерметизация трубопроводов;
- наружная и внутренняя коррозия;
- остаточные напряжения в материале трубопроводов в сочетании с напряжениями, возникающими при монтаже и ремонте;
- механические повреждения при производстве работ в охранной зоне трубопроводов;
- разрушения под воздействием температурных деформаций;
- ошибки эксплуатационного персонала;

					<i>Ликвидация последствий разлива нефти магистрального трубопровода Чкаловского н.м.р. в условиях болотистой местности</i>			
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Разраб.</i>		Соколов В.В.						
<i>Руковод.</i>		Антропова Н.А.					12	100
<i>Консульт.</i>								
<i>Зав. Каф.</i>		Рудаченко А.В.						
						<b>ТПУ гр.3-2Б14</b>		

- гидравлические удары;
- воздействие третьих лиц;
- усталость металла
- заводской брак
- подвижность грунта [13,17]

Подавляющее большинство аварий происходит из-за коррозии металла (до 80%), при этом в основном коррозия имеет электрохимический характер, хотя и бывают сквозные локальные коррозионные повреждения свищи, в основном вызванные действием блуждающих токов. Более 7% случаев аварийного разрушения трубопроводов происходит из-за внутренней коррозии труб, вызванной в наличие нефти следов воды. Существенное влияние на рост аварий на трубопроводах оказывает характер местности. Выделяют следующие основные типы местности по разному оказывающие влияние на нефтепроводы: заболоченная местность, болото, низина, территория куста, грунт, траншея, дорога, берег водоема и подводные переходы [24].

На Западной Сибири в 60%- случаев аварии на трубопроводах проложенных на болотах и 27%- на заболоченной местности, что объясняется повышенной коррозионной активностью почв. В 6% - при водных переходах, вследствие коррозии металла труб под действием солей и кислот, растворенных в воде [25].

Особенно большую опасность предоставляют трубопроводы в местах перехода через искусственные и естественные препятствия (железнодорожные и автомобильные дороги, реки, озера, водоемы) [24].

## **2.2 Методы ликвидации аварийного разлива нефти магистрального нефтепровода на суше**

Согласно Постановлению Правительства РФ № 240 «О порядке организации мероприятий по предупреждению и ликвидации разливов нефти и нефтепродуктов на территории РФ», локализация разлива нефти должна

					Основная часть	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		19

быть проведена на суше (в том числе болота) в течение 6 часов с момента обнаружения [26].

Несмотря на проводимую в последнее время государством политику в области предупреждения и ликвидации последствий аварийных разливов нефти и нефтепродуктов, данная проблема остается актуальной и в целях снижения возможных негативных последствий требует особого внимания к изучению способов ликвидации разливов нефти и к разработке комплекса необходимых мероприятий.

Ликвидация аварийных разливов нефти предусматривает выполнение многофункционального комплекса задач, реализацию различных методов и использование технических средств. Независимо от характера аварийного разлива нефти и нефтепродуктов (ННП) первые меры по его ликвидации должны быть направлены на локализацию пятен во избежание распространения дальнейшего загрязнения новых участков и уменьшения площади загрязнения [24].

### **Дамбы**

В качестве локализирующих средств при разливе ННП на почве применяют целый ряд различных типов дамб, и сооружение земляных амбаров, запруд или обваловок, траншей для отвода ННП. Использование определенного вида сооружений обуславливается рядом факторов: размерами разлива, расположением на местности, временем года и др.

Для сдерживания разливов известны следующие типы дамб: сифонная и сдерживающая дамбы, бетонная дамба донного стока, переливная плотинная дамба, ледяная дамба. После того как разлившаяся нефть удастся локализовать и сконцентрировать, следующим этапом является ее ликвидация.

Существует несколько методов ликвидации разлива ННП (табл. 2.1): механический, термический, физико-химический и биологический. [13,24]

					Основная часть	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		20

Таблица 2.1 Методы ликвидации аварийных разливов нефти

**Методы ликвидации аварийных разливов ННП**

Метод ликвидации	Возможность применения	Достоинства	Недостатки
Термический	При толщине пленки ННП более 3 мм, скорости ветра менее 35 км/ч, безопасном расстоянии до 10 км от места сжигания по направлению ветра; дополнительные противопожарные меры	Быстрота ликвидации аварийного разлива ННП; применение при ликвидации малого количества технических средств; минимальные затраты	Осуществление дополнительных мер пожарной безопасности; образование из-за неполного сгорания ННП стойких канцерогенных веществ
Механический	При соответствии технических характеристик используемых средств условиям разлива	Высокая эффективность при проведении работ; возможность сбора различных видов ННП; всепогодное использование данного метода	Остаточная тонкая пленка ННП на поверхности воды в местах механического сбора
Физико-химический (использование диспергентов и сорбентов)	Диспергенты: как вспомогательный метод в тех случаях, когда механический сбор ННП невозможен; при глубине свыше 10 м, температуре воды ниже 5 °С и наружного воздуха ниже 10 °С	Диспергенты: возможность оперативного проведения ликвидации; использование с различными техническими средствами. Сорбенты: независимость применения от внешних условий; минимальные расходы на хранение и транспортировку	Диспергенты: токсичность; ограниченность применения по температуре
Биологический	Как дополнительный метод: на водной поверхности – при толщине пленки не менее 0,1 мм; на почве – при строгом выполнении комплекса сопроводительных мероприятий	Минимальный дополнительный ущерб от проведения операций по ликвидации разлива	Трудоемкость сопроводительных мероприятий; продолжительные сроки ликвидации разливов

Одним из главных методов ликвидации разлива нефти является механический сбор. Наибольшая эффективность его достигается в первые часы после разлива. Это связано с тем, что толщина слоя нефти остается достаточно большой. (При малой толщине нефтяного слоя, большой площади его распространения и постоянном движении поверхностного слоя под воздействием ветра и течения цикл отделения нефти от воды достаточно затруднен.)

Термический метод, основанный на выжигании слоя нефти, применяется при достаточной толщине слоя и непосредственно после загрязнения, до образования эмульсий с водой. Этот метод, применяется в сочетании с другими методами ликвидации разлива.

Физико-химический метод с использованием диспергентов и сорбентов анализируется как эффективный в тех случаях, когда механический сбор разлива нефти невозможен, например при малой толщине пленки или когда разлившиеся магистральные трубопроводы представляют реальную угрозу наиболее экологически уязвимым районам.

Биологический метод используется после применения механического и физико-химического методов при толщине пленки не менее 0,1 мм.

При выборе метода ликвидации разлива нефти нужно исходить из следующих принципов:

- все работы должны быть проведены в кратчайшие сроки;
- проведение операции по ликвидации разлива нефти напорного нефтепровода не должно нанести большой экологический ущерб, чем сам аварийный разлив.[24,25]

### **Диспергенты и сорбенты**

Диспергенты представляют собой специальные химические вещества и применяются для активизации естественного рассеивания нефти с целью облегчить ее удаление с поверхности воды раньше, чем разлив достигнет более экологически уязвимого района.

Для локализации разливов нефти обосновано применение и различных порошкообразных, тканевых или боновых сорбирующих материалов. Сорбенты при взаимодействии с водной поверхностью начинают немедленно впитывать нефтепродукт, максимальное насыщение достигается в период первых десяти секунд (если нефтепродукты имеют среднюю плотность), после чего образуются комья материала, насыщенного нефтью.[24,25]

### **Биоремедитация**

Биоремедитация - это технология очистки загрязненной почвы, в основе которой лежит использование специальных, углеводородоокисляющих микроорганизмов или биохимических препаратов.

Число микроорганизмов, способных ассимилировать нефтяные углеводороды, относительно невелико. В первую очередь это бактерии, в основном представители рода *Pseudomonas*, и определенные виды грибов и дрожжей. В большинстве случаев все эти микроорганизмы являются жесткими аэробами.

Существуют два основных подхода в очистке загрязненных территорий с помощью биоремедитации:

- стимуляция локального почвенного биоценоза;
- использование специально отобранных микроорганизмов.

					Основная часть	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		22



Стимуляция локального почвенного биоценоза основана на способности молекул микроорганизмов к изменению видового состава под воздействием внешних условий, в первую очередь субстратов питания.[25]

Наиболее эффективно разложение нефтесодержащих происходит в первый день их взаимодействия с микроорганизмами. При температуре воды 15-25 °С и достаточной насыщенности кислородом микроорганизмы могут окислять нефтепродукт со скоростью до 2 г/м<sup>2</sup> водной поверхности в день, но при низких температурах бактериальное окисление происходит медленно, и нефтепродукты могут оставаться в водоемах (болот) длительное время - до 50 лет.

В заключение хотелось бы отметить, что каждая чрезвычайная ситуация, обусловленная аварийным разливом нефти и нефтепродуктов, отличается определенной спецификой. Многофакторность системы "нефть-окружающая среда", как правило, затрудняет принятие оптимального решения по ликвидации аварийного разлива нефти. Однако, анализируя способы борьбы с последствиями разливов нефти и их результативность применительно к конкретным условиям, можно создать эффективную систему мероприятий, позволяющую в кратчайшие сроки ликвидировать последствия аварийных разливов нефти и свести к минимуму экологический ущерб.[13,24]

					Основная часть	Лист
						23
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

#### 4. Расчеты и аналитика

Подземный нефтепровод диаметром 1220 мм с толщиной стенки 16 мм, длиной 152 км между двумя насосными станциями, глубина заложения 2 м. Нефтепровод имеет подводный переход через судоходную реку на 127-128 км. Нефтеперекачивающая станция находится на 152 км. Место аварии 127,7 км – подводный переход. Вдоль продольного шва в результате коррозии образовалась трещина (по нижней образующей трубы в 10 градусах от вертикальной оси) длиной 0,2 м с величиной максимального раскрытия кромок разрыва равной 0,03 м. Общая площадь загрязнения нефтью составила 1752 м<sup>2</sup>. Из них 800 м<sup>2</sup> – загрязнение нефтью береговой зоны. Левая задвижка от места аварии находится на 121 км трассы, правая – 131 км. Время возникновения аварии – 01.07.2008 г. в 12:00. Время остановки перекачки нефти – 30 минут. Время закрытия задвижек – 9 минут. Температура наружного воздуха равна 25° С, температура верхнего слоя земли 22° С, температура верхнего слоя воды 18° С. Грунт берега – песок влажностью 60%.

Время возникновения аварии  $T_a=12$  ч 00мин

Время остановки перекачки  $T_0=12$ ч 30мин

Время закрытия задвижек  $T_3 =6$  мин (изменен для правильного периода времени 0,1 ч)

Глубина заложения нефтепровода  $h_T=2$ м

Температура верхнего слоя земли  $t_{п}=22$  °С

Температура воздуха  $t_{воз}=25$  °С

Продолжительность испарения свободной нефти с поверхности земли  $T_{н.п}=48$ ч

Продолжительность испарения свободной нефти с поверхности земли  $T_{н.в}=48$ ч

					<i>Ликвидация последствий разлива нефти магистрального трубопровода Чкаловского н.м.в. в условиях болотистой местности</i>			
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>				
<i>Разраб.</i>		Соколов В.В.				<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Руковод.</i>		Антропова Н.А.					44	100
<i>Консульт.</i>					<b>ТПУ гр.3-2Б14</b>			
<i>Зав. Каф.</i>		Рудаченко А.В.						

$C_{\phi}=0,05\text{г/м}^3$ - концентрация растворенной и эмульгированной нефти в воде на глубине 0,3 м до аварии

$C_p=6 \text{ г/м}^3$ - концентрация растворенной и эмульгированной нефти в воде на глубине 0,3 м после аварии

$m_p=70\text{г/м}^3$ - удельная масса пленочной нефти на 1м<sup>2</sup> площади реки после аварии

$m_{\phi}=0,1\text{г/м}^3$ - удельная масса пленочной нефти на 1м<sup>2</sup> площади реки до аварии

$m_{\text{пл.ост}}=0,5\text{г/м}^3$ - удельная масса пленочной нефтина 1м<sup>2</sup> площади реки после ликвидации аварии

$F_n=952 \text{ м}^2$ - площадь поверхности реки,покрытая разлитой нефтью

Удельная величина выбросов углеводородов с 1 м<sup>2</sup> поверхности нефти разлившейся на воде  $q_{н.в}=403,5 \text{ г/м}^2$

Удельные затраты на размещение токсичных отходов IV класса  $Y_{iv}=80$  руб/т

Класс токсичности нефти  $K_{т.н}=4$

Показатель режима движения нефти по нефтепроводу  $\mu_0=0,25$

Кинематическая вязкость нефти  $\nu=0,076*10^{-4} \text{ м}^2/\text{с}$

Напор, создаваемый атмосферным давлением  $h_a=10 \text{ м вод. столба}$

Элементарный интервал времени  $\tau_i=0,1 \text{ ч}$

$Q^o$ , м <sup>3</sup> /с	$Q'$ , м <sup>3</sup> /с	$P_1$ , Мпа	$P_2$ , Мпа	$P_o$ , Мпа	$\rho$ , кг/м <sup>3</sup>	$\delta$ , мм	$D$ ,мм
2,04	2,34	3,85	0,4	0,42	850	16	1220
№ п/п	X, м	Z, м	№ п/п	X, м	Z, м		
<b>1</b>	0	4,6	<b>10</b>	128000	105,8		
<b>2</b>	104000	152,5	<b>11</b>	129000	190,1		
<b>3</b>	105000	130	<b>12</b>	130000	187,2		
<b>4</b>	121000	123,1	<b>13</b>	131500	165,4		
<b>5</b>	121800	156,3	<b>14</b>	134000	72,9		
<b>6</b>	123500	129,2	<b>15</b>	136500	46,4		

					Расчетная часть			Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			45	

7	124000	145,7	16	140500	49,8
8	125000	129,1	17	147000	36,6
9	127000	150,4	18	152000	27,2

**Найти:**

Рассчитать ущерб почве и атмосфере при проколе нефтепровода

#### 4.1. Определение количества нефти, вылившейся из нефтепровода вследствие аварии

Расчет количества нефти, вылившейся из трубопровода, производится в три стадии, определяемыми разными режимами истечения:

- истечение нефти с момента повреждения до остановки перекачки;
- истечение нефти с момента остановки перекачки до закрытия задвижек;
- истечение нефти с момента закрытия задвижек до прекращения утечки.

Суммарный объем аварийной утечки нефти равен

$$V = V_1 + V_2 + V_3$$

где  $V_1$  – объем нефти, вытекшей с момента повреждения до остановки перекачки, м<sup>3</sup>;

$V_2$  – объем нефти, вытекшей с момента остановки перекачки до закрытия задвижек, м<sup>3</sup>;

$V_3$  – объем нефти, вытекшей с момента закрытия задвижек до прекращения утечки (до полного опорожнения отсеченной части трубопровода), м<sup>3</sup>[30]

Не достающие параметры:

а). Расход нефти через место повреждения можно найти :

- Общий случай

					Расчетная часть	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		46

- Расход нефти при аварии не изменился (величина утечки не фиксируется приборами НПС)

- Давление в конце участка нефтепровода в поврежденном состоянии равно 0

В нашем случае расход нефти будем находить по Общему случаю

б). Показатель режима движения нефти по нефтепроводу в исправном состоянии изменим  $m_0=1,25$ , так как 0,25 слишком низкий показатель.

в). Средняя глубина  $h_{ср}$  пропитки грунта на всей площади  $F_{гр}$  нефтенасыщенного грунта определяется как среднее арифметическое из шурфовок (не менее 5 равномерно распределенных по всей поверхности).

Средняя глубина пропитки грунта  $h_{ср}=0,06$

г). Территориальная зона: Новосибирская область

Бассейн р. Обь

д). Период времени по восстановлению загрязненной почвы : 3 года

е). Степень загрязнения земель : Сильная

ж). Масса нефти, разлитой на поверхность водного объекта определяется по результатам инструментальных измерений

з). Внешние признаки нефтяной пленки: пятна пленки с яркими цветными полосками, наблюдаемое при слабом волнении

и). Площадь поверхности воды, покрытая пленочной нефтью, после завершения работ по ликвидации разлива нефти  $F_{ост}=120 \text{ м}^2$ [30,32]

Стадия 1

Объем нефти  $V_1$  вытекшей на первой стадии в напорном режиме, определяется

$$V_1 = Q_1 T_1 = Q_1 (T_0 - T_a)$$

где  $Q_1$  – расход нефти через место повреждения с момента возникновения аварии до остановки перекачки, м<sup>3</sup>/ч;

$T_1$  – продолжительность истечения нефти из поврежденного нефтепровода при работающих насосных станциях, ч;

$T_0$  – время остановки насосов после повреждения, ч;

					Расчетная часть	Лист
						47
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$T_a$  – время повреждения нефтепровода, ч.

Расход нефти через место повреждения с момента возникновения аварии до остановки перекачки, м<sup>3</sup>/ч

$$Q_1 = Q' - Q_0 * \left| \frac{Z_1 - Z_2 + \frac{(P' - P'')}{\rho g} - i_0 \cdot x^* \cdot \left(\frac{Q'}{Q_0}\right)^{2-m_0}}{(l - x^*) \cdot i_0} \right|^{\frac{1}{2-m_0}}$$

где  $Q'$  – расход нефти в НП в поврежденном состоянии, м<sup>3</sup>/ч;

$Q_0$  – расход нефти в НП при работающих насосных станциях в исправном состоянии, м<sup>3</sup>/ч;

$Z_1$  – геодезическая отметка начала участка нефтепровода, м;

$Z_2$  – геодезическая отметка конца участка нефтепровода, м;

$P'$  – давление в начале участка НП в поврежденном состоянии, Па;

$P''$  – давление в конце участка НП в поврежденном состоянии, Па;

$\rho$  – плотность нефти, кг/м<sup>3</sup>;

$g$  – ускорение силы тяжести, м/с<sup>2</sup>;

$i_0$  – гидравлический уклон при перекачки нефти по исправному НП;

$x^*$  – протяженность участка НП от насосной станции до места повреждения, м;

$m_0 = 1,25$  – показатель режима движения нефти по НП в исправном его состоянии;

$l$  – протяженность участка НП, заключенного между двумя насосными станциями, м.

Найдем гидравлический уклон:

$$Re = \frac{4Q}{\pi d_{вн} v_t} = (4 * 2,34) / (3,14 * 1,188 * 0,0000076) = 329986,3$$

$$Re_1 = 10/\varepsilon$$

$$Re_2 = 500/\varepsilon$$

$$\varepsilon = K_3/d_{вн}$$

$$\varepsilon = 0.000168$$

$$Re_1 = 59400$$

					Расчетная часть	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		48

$$Re_2=2970000$$

Турбулентный режим ,зона смешанного трения

$$\lambda = 0,11\left(\varepsilon + \frac{68}{Re}\right)^{0.25} = 0.015$$

$$V = \frac{4Q}{\pi * d_{\text{вн}}^2} = 2,11$$

$$\iota = \frac{\lambda * V^2}{d_{\text{вн}}^2 * g} = 0.003$$

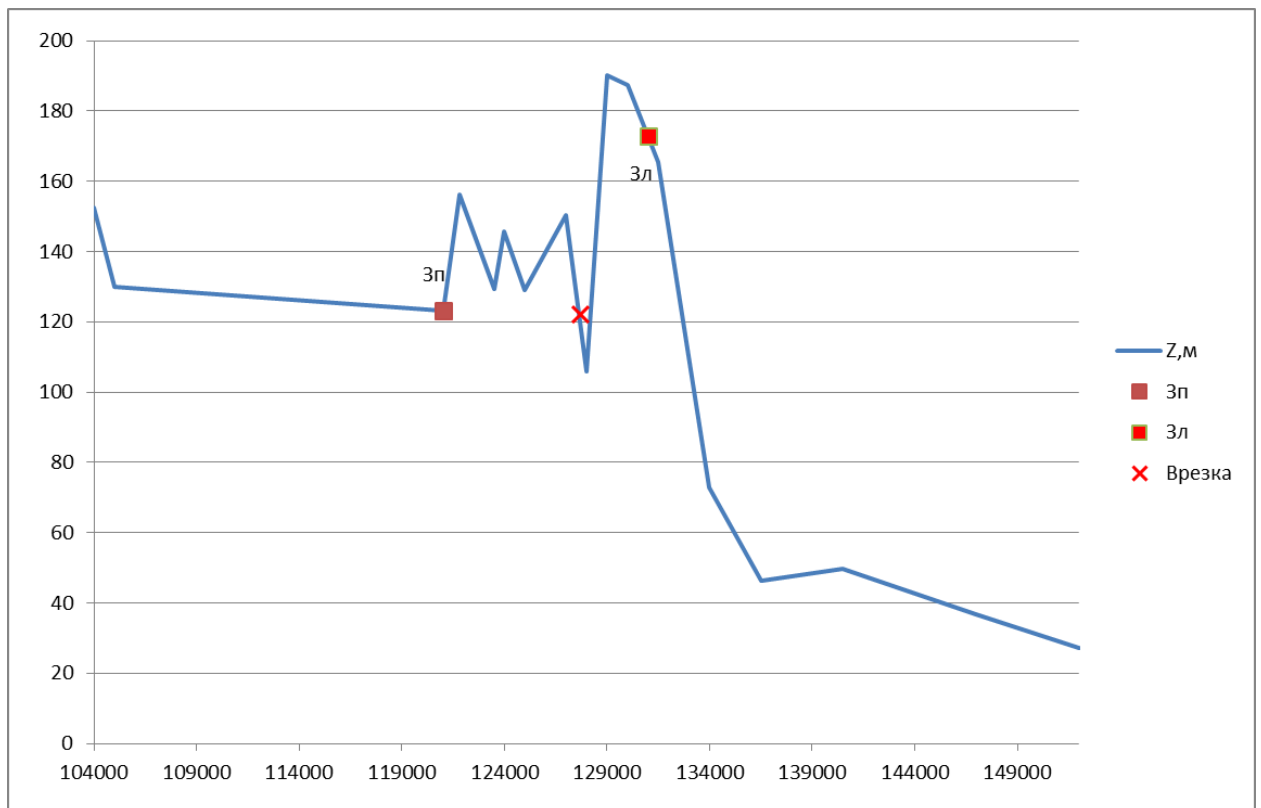


Рис.4.1 П.1-профиль трассы нефтепровода

Расход  $Q_0$  нефти в исправном НП при работающих нефтеперекачивающих станциях (НПС) определяется режимом загрузки НП и фиксируется по показаниям приборов на НПС.

$l, Z1, Z2, x^*$  определяются по профилю трассы НП (рис. П.1).

Расход  $Q'$ , давление  $P'$  в начале и  $P''$  в конце поврежденного НП при работающих НПС определяются по показаниям приборов на НПС на момент аварии.

					Расчетная часть	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		49

$$Q_1 = 2,34 * 3600 - 2,04 * 3600 * \left[ 4,6 - 27,2 + \frac{(3850000 - 400000)}{0,782 * 9,8} - 0,03 \cdot 127700 \cdot \left( \frac{2,34 * 3600}{2,04 * 3600} \right)^{2-1,25} \right]^{\frac{1}{2-1,25}}$$

$$Q_1 = 7275,6 \text{ м}^3/\text{ч}$$

$$30 \text{ мин} = 0,5 \text{ ч}$$

$$V_1 = Q_1 T_1 = 7275,6 * 0,5 = 3637,8 \text{ м}^3/\text{ч}[32]$$

Стадия 2.

После отключения насосных станций происходит опорожнение расположенных между двумя ближайшими НПС возвышенных и обращенных к месту повреждения участков, за исключением понижений между ними. Истечение нефти определяется переменным во времени напором, уменьшающимся по мере освобождения НП столбом нефти над местом истечения.

Для выполнения расчетов продолжительность  $T_2$  истечения нефти с момента остановки перекачки  $T_0$  до закрытия задвижек  $T_3$  разбивается на элементарные интервалы  $\tau_i$ , внутри которых режим истечения (напор и расход) принимается неизменным. Для практического применения  $\tau_i$  принимают равным 0,25 ч, для более точных расчетов значения  $\tau_i$  можно уменьшить до 0,01...0,1 ч. Наш случай  $\tau_i=0,1$

Общий объем нефти, вытекший из НП за время  $T_2 = (T_0 - T_3)$ , определяется как сумма объемов  $V_i$  нефти, вытекшие за элементарные промежутки времени  $\tau_i$

$$V_2 = \Sigma V_i = \Sigma(Q_i \cdot \tau_i)$$

Для каждого  $i$ -го элементарного интервала времени определяется соответствующий расход  $Q_i$  нефти через дефектное отверстие

					Расчетная часть	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		50



$$Q_i = \mu \cdot \omega \sqrt{2g \cdot h_i}.$$

Напор в отверстии, соответствующий  $i$ -му элементарному интервалу времени, рассчитывается по формуле

$$h_i = Z_i - Z_M - h_T - h_a,$$

Где  $Z_i$  – геодезическая отметка самой высокой точки профиля рассматриваемого участка НП, заполненного нефтью на  $i$ -й момент времени, м;

$Z_M$  – геодезическая отметка места повреждения, м;

$h_T$  – глубина заложения НП, м;

$h_a$  – напор, создаваемый атмосферным давлением, м.

За элементарный промежуток времени  $\tau_i$  освобождается  $V_i$  объем НП, что соответствует освобождению  $l_i$  участка НП

$$l_i = \frac{4V_i}{\pi \cdot D_{\text{вн}}^2}$$

Где  $D_{\text{вн}}^2$  – внутренний диаметр нефтепровода, м. Освобожденному участку  $l_i$  соответствуют значения  $x_i$  и  $Z_i$ , определяющие статический напор в НП в следующий расчетный интервал времени  $\tau_{i+1}$ . Значение  $Z_i$  подставляется в формулу 8 и далее расчет повторяется полностью для интервала времени  $\tau_{i+1}$ .

Операция расчета повторяется до истечения времени  $T_2 = (T_0 - T_3)$ .

$$T_2 = 12:30 - 12:36 = 6 \text{ мин}$$

*Через 0 ч 0 мин 0 сек после отключения напорных станций:*

Напор в отверстии, соответствующий 1 элементу интервалу времени

$$h_1 = 190,1 - 119,2 - 2 - 10 = 58,9 \text{ м}$$

					Расчетная часть	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		51

Диаметр отверстия

$$d_{\text{отв}} = \sqrt{\frac{4\omega}{\pi}}$$

Где площадь отверстия равна  $\omega$

$$\omega = 0,5cd$$

$$\omega = 0,5 \cdot 0,2 \cdot 0,03 = 0,003\text{м}^2$$

$$d_{\text{отв}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,003}{3,14}} = 0,06\text{м}$$

Число Рейнольдса

$$Re = \frac{d_{\text{отв}} \sqrt{2g \cdot h_1}}{\nu}$$

$$Re = \frac{0,06 \sqrt{2 \cdot 9,81 \cdot 58,9}}{0,076 \cdot 10^{-4}} = 276515,4$$

Коэффициент расхода нефти через место повреждения

$$\mu_1 = 0,592 + 5,5/Re^{0.5}$$

$$\mu_1 = 0,592 + \frac{5,5}{26862,9^{0.5}} = 0,602$$

Расход нефти

$$Q_1 = 3600 * 0,602 \cdot 0,003 \cdot \sqrt{2 \cdot 9,81 \cdot 58,9} = 221,19 \text{ м}^3/\text{ч}$$

Объем нефти, вытекшей за элементарный интервал

$$V_1 = 221,19 \cdot 0,1 = 22,119 \text{ м}^3$$

Длина освободившегося участка

$$l_1 = \frac{4 \cdot 22,12}{3,14 \cdot 1,188^2} = 20\text{м}[27,30,32]$$

					Расчетная часть	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		52

Через 0 ч 6 мин 0 сек после отключения напорных станций

Напор в отверстии, соответствующий 1 элементу интервалу времени

$$h_2 = 188,43 - 119,2 - 2 - 10 = 57,23 \text{ м}$$

Диаметр отверстия

$$d_{\text{отв}} = \sqrt{\frac{4\omega}{\pi}}$$

Где площадь отверстия равна

$$\omega = 0,5cd$$

$$\omega = 0,5 \cdot 0,2 \cdot 0,03 = 0,003 \text{ м}^2$$

$$d_{\text{отв}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,003}{3,14}} = 0,06 \text{ м}$$

Число Рейнольдса

$$Re = \frac{d_{\text{отв}} \sqrt{2g \cdot h_2}}{\nu}$$

$$Re = \frac{0,05 \sqrt{2 \cdot 9,81 \cdot 58,9}}{0,076 \cdot 10^{-4}} = 276515,4$$

Коэффициент расхода нефти через место повреждения

$$\mu_1 = 0,592 + 5,5/Re^{0,5}$$

$$\mu_1 = 0,592 + \frac{5,5}{276515,4^{0,5}} = 0,602$$

Расход нефти

$$Q_2 = 3600 * 0,602 \cdot 0,003 \cdot \sqrt{2 \cdot 9,81 \cdot 57,23} = 217,9 \text{ м}^3/\text{ч}$$

					Расчетная часть	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		53

Объем нефти, вытекшей за элементарный интервал

$$V_2 = 217,9 \cdot 0,1 = 21,79 \text{ м}^3$$

Длина освободившегося участка

$$l_2 = \frac{4 \cdot 21,79}{3,14 \cdot 1,188^2} = 19,66 \text{ м}$$

*Объем нефти, вытекшей из нефтепровода с момента остановки перекачки до момента закрытия задвижек*

$$V_2 = 22,119 + 21,795 = 43,9 \text{ м}^3 [32]$$

### Стадия 3.

Истечение нефти из НП с момента закрытия задвижек до прекращения утечки. Основной объем нефти, вытекающей после закрытия задвижек до прекращения самопроизвольного истечения нефти через место повреждения,  $\text{м}^3$ , определяется по формуле

$$V'_3 = \frac{\pi \cdot D_{\text{вн}}^2 \cdot l}{4}$$

Где  $l'$ - суммарная длина участков НП между двумя перевальными точками или двумя смежными с местом повреждения задвижками, возвышенными относительно места повреждения и обращенными к месту повреждения, за исключением участков, геодезические отметки которых ниже отметки повреждения, м.

В зависимости от положения нижней точки контура повреждения относительно поверхности трубы и профиля участков НП, примыкающих к месту повреждения, возможно и частичное их опорожнение. Дополнительный сток  $\Delta V_3$ , определяемый объемом участка НП с частичным опорожением, для различных условий в зависимости от диаметра НП определяется в соответствии с данными.[32]

Объем стока нефти из нефтепровода с момента закрытия задвижек равен

					Расчетная часть	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		54

$$V_3 = V'_3 + \Delta V$$

$\Delta V = 0$ , так как эта нефть которая осталась в трубе, отсюда следует

$$V_3 = V'_3$$

Сумма длин участков нефтепровода между перевальными точками или 2-мя смежными с местом повреждения задвижками, возвышенными относительно места повреждения и обращёнными к месту повреждения, за исключением участков, геодезические отметки которых ниже отметки места повреждения  $nLv=1918,336\text{м}$

Внутренний диаметр нефтепровода  $D_{вн}=1,188 \text{ м}^2$

$$V_3 = \frac{3,14 \cdot 1,188^2 \cdot 1918,33}{4} = 2125,32 \text{ м}^3$$

4. Общая масса вылившейся при аварии нефти

$$M = (V_1 + V_2 + V_3) \cdot \rho$$

$$M = (3637,8 + 43,9 + 2125,32) \cdot 0,850 = 4934,09 \text{ т} [30,32]$$

#### 4.2 Оценка степени загрязнения земель

Степень загрязнения земель определяется нефтенасыщенностью грунта (количество нефти, впитавшейся в грунт), которая определяется по соотношениям:

$$M_{вп} = K_n \rho V_{гр}$$

$$(1.2.2) \quad V_{гр} = K_n \cdot V'_{гр}$$

где  $M_{вп}$  – масса нефти, впитавшаяся в грунт, т;

$V_{вп}$  – объем нефти, впитавшийся в грунт, м<sup>3</sup>;

$K_n$  – нефтеемкость грунта, принимается по табл. П.2  $K_n=0,12$

$\rho$  – плотность нефти, т/м<sup>3</sup>;

$V_{гр}$  – объем нефтенасыщенного грунта, м<sup>3</sup>.

Объем нефтенасыщенного грунта вычисляется по формуле

$$V'_{гр} = F_{гр} \cdot h_{ср} \text{ Расчетная часть}$$

						Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		56

где  $F_{гр}$  – площадь нефтенасыщенного грунта, м<sup>2</sup>;

$h_{ср}$  – средняя глубина пропитки грунта на всей площади нефтенасыщенного грунта, м. Определяется как среднее арифметическое определение из шурфовок (не менее 5 равномерно распределенных по всей поверхности).

Степень загрязнения насыщенного нефтью грунта определяется отбором и последующим анализом почвенных образцов на содержание нефтепродуктов. Отбор почвенных проб производится по диагонали участка через каждые 8...10 м, начиная с края. Глубина взятия образца – 0...20, 20...40 см.

Объём нефтенасыщенного грунта

$$V'_{гр} = 800 \cdot 0,06 = 48 \text{ м}^3$$

Объём нефти впитавшейся в грунт

$$V_{гр} = 0,12 \cdot 48 = 5,76 \text{ м}^3$$

Количество нефти впитавшейся в грунт

$$M_{гр} = 0,12 \cdot 0,85 \cdot 5,76 = 4,89 \text{ т}[33]$$

### 4.3 Оценка степени загрязнения водных объектов

Масса нефти разлитой на поверхности водного объекта

$$m_p = (m_p - m_\phi) * F_{вод} * 10^{-6} + (C_p - C_\phi) * V_p * 10^{-6}$$

$$m_p = (70 - 0,1) * 952 * 10^{-6} + (6 - 0,05) * 952 * 0,3 * 10^{-6} = 0,068 \text{ т}$$

Масса нефти загрязняющая толщу воды

$$M_\epsilon = 8,7 * 10^{-4} * M_p (C_n - C_\phi) = 8,7 * 10^{-4} * 0,068(122 - 0,05) = 0,07 \text{ т}$$

Масса пленочной нефти, оставшейся на водной поверхности

$$M_{ост} = (m_p - m_\phi) * F_{вод.ост} = (70 - 0,1) * 120 = 8,38 \text{ т}$$

					Расчетная часть	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		55

Масса нефти, принимаемая для расчетов платы за загрязнения водных объектов

$$M_{вод} = M_{г} + M_{ост} = 0,068 + 8,38 = 8,45 \text{ т} [31]$$

#### 4.4. Оценка степени загрязнения атмосферного воздуха

Степень загрязнения атмосферного воздуха вследствие аварийного разлива нефти определяется массой летучих низкомолекулярных углеводородов, испарившихся с поверхности почвы или водоема.

Масса летучих низкомолекулярных углеводородов, испарившихся с поверхности почвы, покрытой разлитой нефтью, определяется по формуле

$$M_{ИП} = q_{ИП} \cdot F_{гр} \cdot 10^{-6}$$

Где  $q_{и.п.}$  – удельная величина выбросов летучих углеводородов с 1 м<sup>2</sup> поверхности нефти, разлившейся на почве, г/м<sup>2</sup>, выбирается из справочника «Удельные выбросы в атмосферу» (рис.5). В ПП «Аварии на нефтепроводах» эта величина автоматически выбирается в зависимости от: плотности нефти  $\rho$ ; средней температуры поверхности испарения  $t_{п.и.}$ ; толщины слоя нефти на дневной поверхности почвы  $\delta_{п}$ ; продолжительности процесса испарения свободной нефти с дневной поверхности почвы  $\tau_{и.п.}$ .

Плотность нефти принимается по данным документов о качестве нефти, перекачиваемой по нефтепроводу перед его аварийной остановкой.

Средняя температура поверхности испарения определяется по формуле

$$t_{ПИ} = 0,5(t_{п} + t_{воз})$$

Где  $t_{п}$  – температура верхнего слоя почвы, °С;

$t_{воз}$  – температура воздуха, °С.

Если  $t_{п.и.} < 4^{\circ}\text{C}$ , то удельная величина выбросов принимается равной нулю.

Толщина слоя свободной нефти на поверхности почвы рассчитывается по формуле

$$\Delta_{п} = \frac{M_{п.с.}}{F_{г.р} \cdot \rho}$$

					Расчетная часть	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		57

Где  $M_{п.с.}$  – масса свободной нефти, находящейся на поверхности почвы в месте разлива, т;

$\rho$  – плотность нефти, т/м<sup>3</sup>.

Продолжительность испарения свободной нефти с поверхности почвы определяется по формуле

$$\tau_{и.н} = \tau_{м.п} - \tau_{о.п}$$

Где  $\tau_{м.п.}$  – время завершения мероприятий по сбору свободной нефти с дневной поверхности почвы, ч;

$\tau_{о.п}$  – время начала поступления нефти на поверхность почвы, ч.

Средняя температура поверхности испарения

$$t_{пм} = 0,5 * (22 + 25) = 23,5 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Толщина слоя нефти на поверхности почвы

$$\Delta п = \frac{M_{гр}}{F_{гр}\rho} = \frac{4,89}{800 * 0,85} = 0,0072$$

Из таблицы находим значение  $q_{ип}=7162,9$

$$M_{ип} = 7162,9 \cdot 800 \cdot 10^{-6} = 5,73 \text{ т}$$

Масса нефти, испарившаяся с водной поверхности рассчитывается по формуле

Средняя температура поверхности испарения с воды

$$t_{пм} = 0,5(t_{в} + t_{воз})$$

$$t_{пм} = 0,5(18 + 25) = 21,5 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Толщина слоя нефти на поверхности воды

Масса углеводородов, испарившихся с водной поверхности

$$\Delta п = \frac{M_{вод}}{F_{вод}\rho} = \frac{8,45}{800 * 0,85} = 0,013$$

$$M_{и.в.} = q * F_{вод} * 10^{-6} = 7162,9 * 952 * 10^{-6} = 6,8 \text{ т}$$

Масса нефти, принимаемая для расчётов платы за выбросы углеводородов нефти в атмосферу  $M_{воз}=M_{ип}+M_{ив}$

					<b>Расчетная часть</b>	<b>Лист</b>
<b>Изм.</b>	<b>Лист</b>	<b>№ докум.</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>		<b>59</b>



$$M_{\text{воз}}=5,73+6,8=12,54 \text{ т}[34]$$

#### 4.5 Оценка ущерба, подлежащего компенсации, окружающей природной среде от загрязнения земель

Ущерб от загрязнения земель нефтью определяется по формуле

$$Y_3 = H_c \cdot F_{\text{гр}} \cdot K_{\text{п}} \cdot K_{\text{в}} \cdot K_{\text{э}(i)} \cdot K_{\text{г}}$$

Где  $H_c$  – норматив стоимости сельскохозяйственных земель, руб/га (рис. 9. Справочник «Нормативы стоимости освоения новых земель»);

$F_{\text{гр}}$  – площадь нефтенасыщенного грунта, га;

$K_{\text{п}}$  – коэффициент пересчета, принимаемый в зависимости от периода времени по восстановлению загрязненных сельскохозяйственных земель (табл. П.5);

$K_{\text{в}}$  – коэффициент пересчета, принимаемый в зависимости от степени загрязнения земель, которая характеризуется 5 уровнями (табл. П.6);

$K_{\text{э}(i)}$  – коэффициент экологической ситуации и экологической значимости территории  $i$ -го экономического района (рис. 8. Справочник коэффициентов экологической ситуации территорий РФ);

$K_{\text{г}}$  – коэффициент пересчета, принимаемый в зависимости от глубины загрязнения земель (табл. П.7).

$$Y_3 = 1238 \cdot 800 / 10000 \cdot 0,9 \cdot 1,5 \cdot 1,4 \cdot 2 = 3743712 \text{ руб}[33]$$

#### 4.6 Оценка ущерба, подлежащего компенсации, окружающей природной среде от загрязнения атмосферы

Расчет ущерба ОПС от выбросов летучих низкомолекулярных углеводородов нефти в атмосферу при аварийных разливах рассчитывается как плата за сверхлимитный выброс ЗВ с применением повышающего коэффициента (5) по формуле

$$Y_{\text{воз}} = 5K_{\text{и}} \cdot C_{\text{а}} \cdot M_{\text{воз}}$$

$$C_{\text{а}} = H_{\text{ба}} K_{\text{эа}} = 50 \cdot 1,14 = 57$$

$$Y_{\text{а}} = 5 \cdot 4,9 \cdot 57 \cdot 12,54 = 17512,11 \text{ руб}[34]$$

					Расчетная часть	Лист
						60
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

**4.7 Оценка ущерба, подлежащего компенсации, окружающей природной среде от загрязнения водных объектов**

$$Y_{к.в.} = 5K_{и} * C_{в} * M_{у}$$

$$C_{в} = H_{об} K_{эв} = 44350 * 1,14 = 50559$$

$$Y_{к.в.} = 5 * 4,9 * 50559 * 8,45 = 10466977 \text{ руб} [31]$$

**Общий ущерб окружающей природной среде**

$$\Pi = Y_{а} + Y_{з} + Y_{к.в.} = 17512,11 + 3743712 + 10466977 = 14228201 \text{ руб}$$

					<i>Расчетная часть</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		61

### Список используемой литературы

1. ГОСТ 12.1.003-74 «Классификация опасных и вредных производственных факторов»;
2. ГОСТ 12.4.011-89 «Система стандартов безопасности труда. Средства защиты работающих. Общие требования и классификация»;
3. ГОСТ 12.1.004-91 «ССБТ. Пожарная безопасность. Общие требования»;
4. ГОСТ 12.1.008-78 «ССБТ. Биологическая безопасность. Общие требования»;
5. ГОСТ 12.4.010-75 ССБТ. Средства индивидуальной защиты. Рукавицы специальные. Технические условия»;
6. ГОСТ 12.1.033-81 ССБТ. Пожарная безопасность. Термины и определения»;
7. ГОСТ 12.1.010-76 «ССБТ. Взрывобезопасность. Общие требования»;
8. ГОСТ 12.1.007-76 «ССБТ. Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности»;
9. ГОСТ 12.1.005-88 «ССБТ. Общие санитарно - гигиенические требования к воздуху рабочей зоны»;
10. ГОСТ 17.1.3.13-86 «Охрана природы. Гидросфера. Общие требования к охране поверхностных вод от загрязнения»;
11. ГОСТ 17.53.4-83 «Охрана природы. Земли. Общие требования к рекультивации земель»;
12. ГОСТ 17.4.3.04-85 «Охрана природы. Почвы. Общие требования к контролю и охране от загрязнения»;
13. РД 153-39.4-114-01 «Правила ликвидации аварий и повреждений на магистральных нефтепроводах»;
14. ПЗ-05 И-0016 ЮЛ-098 «Инструкция ОАО «ТомскНефть» ВНК

					Список использованных источников	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		92

15. ПБ 09-170-97 «Общие правила взрывобезопасности для взрывопожароопасных химических, нефтехимических и нефтеперерабатывающих производств»;
16. СНиП Ш-42-80\* «Магистральные трубопроводы»;
17. СНиП 2.05.06-85\* «Магистральные трубопроводы»;
18. РД 2.2.2006-05 «Гигиена труда. Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда»;
19. РД 102-011-89 "Охрана труда";
20. НПБ 01-93 «Правила пожарной безопасности в РФ»;
21. ПБ 03-517-02 «Общие правила промышленной безопасности для организаций, осуществляющих деятельность в области промышленной безопасности опасных производственных объектов»;
22. Федеральный закон от 21 декабря 1994 г. № 68-ФЗ. О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера.
23. Перенага О.П., Давыдова С. Л. «Экологические проблемы химии нефти. Нефтехимия», 1990, т.39, № 1
24. Волчков С.В., Прусенко Б.Е., Сажин Е.Б. и др. Анализ причин аварий на промысловых нефтепроводах Западной Сибири. Сборник научных трудов «Морские и арктические нефтегазовые месторождения и экология», - М, РАО Газпром, 1996, с.26.
25. Вылкован А.И., Венцюлис Л.С, Зайцев В.М., Филатов В.Д. «Современные методы и средства борьбы с разливами нефти: Научно-практическое пособие». - СПб.: Центр-Техинформ, 2000. 204 с
26. Постановление Правительства РФ № 240 «О порядке организации мероприятий по предупреждению и ликвидации разливов нефти и нефтепродуктов на территории РФ» от 15.04.2002 8 с
27. Технологический проект разработки Чкаловского месторождения Томской области №38-15 от 03.11.2015г. 63с.
28. Инструкция использования сорбента SPILL-SORB 25 с

					Список использованных источников	Лист
						93
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

29. Инструкция использования «МД (сухой)» 16 с.
30. Методика определения ущерба окружающей природной среде при авариях на магистральных нефтепроводах., ИПТЭР, 1996г.
31. Методическое пособие по курсовой работе по дисциплине «Антропогенное воздействие на гидросферу», 2008г.
32. Антипьев В.Н., Архипов В.П., Земенков Ю.Д. Определение количества нефти, вытекшей из поврежденного трубопровода при работающих насосных станциях //НТИС/ВНИИОЭНГ. Сер. «Нефтепромысловое дело и транспорт нефти». – 1985. – Вып.9. – С.43-35.
33. Порядок определения размеров ущерба от загрязнения земель химическими веществами. – М.: Роскомзем. 1993.
34. Учебное пособие по ликвидации аварийных разливов нефти и нефтепродуктов для студентов специальности 09.07 «Проектирование, сооружение и эксплуатация газонефтепроводов и газонефтехранилищ»: Учебное пособие. – Тюмень: ТюмГНГУ, 2004. - 44с.

					Список использованных источников	Лист
						94
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		