XXVII Всероссийская научно-практическая конференция
«Актуальные проблемы защиты и безопасности»

Секция «Риск-ориентированные технологии обеспечения безопасности на потенциально опасных объектах в современных условиях»

Опыт моделирования залпового разлива нефтепродуктов, расчета сил и средств для локализации и ликвидации разлива при разработке плана ПЛРН и прохождения ГЭЭ

ООО «СУПР»
Лапшина Виктория Александровна

03 апреля 2024 г.



Крупнейшие разливы нефти

В январе 1991 года оккупировавшие Кувейт иракцы слили в воды Персидского залива до 820 тыс. тонн из танкеров и нефтяных терминалов, загрязнив 600 км побережья Пятно в заливе достигло максимального размера в 160 на 68 км и в некоторых областях было толщиной 13 см.







Крупнейшие разливы нефти

20 апреля 2010 года произошел взрыв на нефтяной платформе Deepwater Horizon в Мексиканском заливе в территориальных водах США. В результате было разлито свыше 780 тыс. тонн нефти. Это одна из крупнейших экологических катастроф в истории США.

Нефтяное пятно достигло размеров 169 на 72 км. Нефть достигла штатов Луизиана, Миссисипи, Алабама, Техас и Флорида, где были загрязнены пляжи. Погибли тысячи животных.

Экономические последствия катастрофы для США оценивались в $145,9 млрд, больше всего пострадали туристическая и рыболовная отрасли. Только BP на выплату компенсаций и устранения последствий разлива потратила $61,6 млрд.

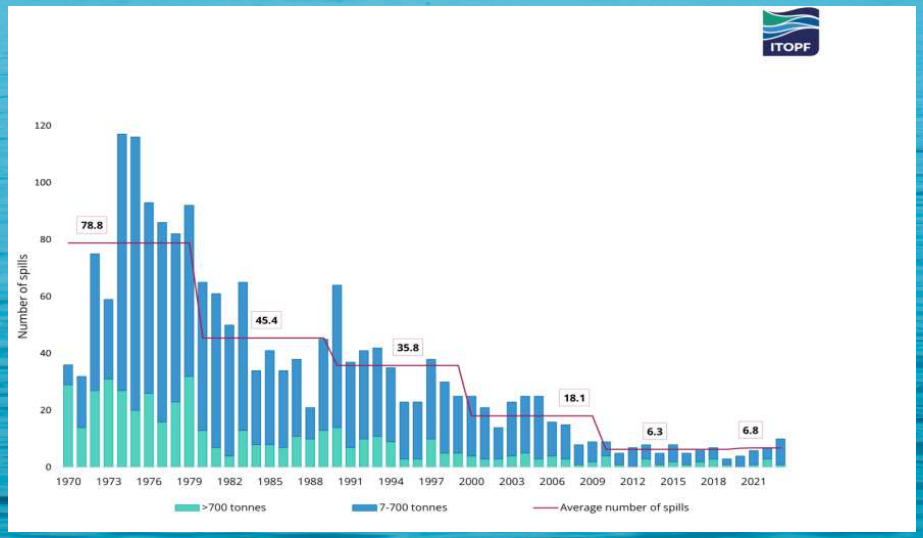


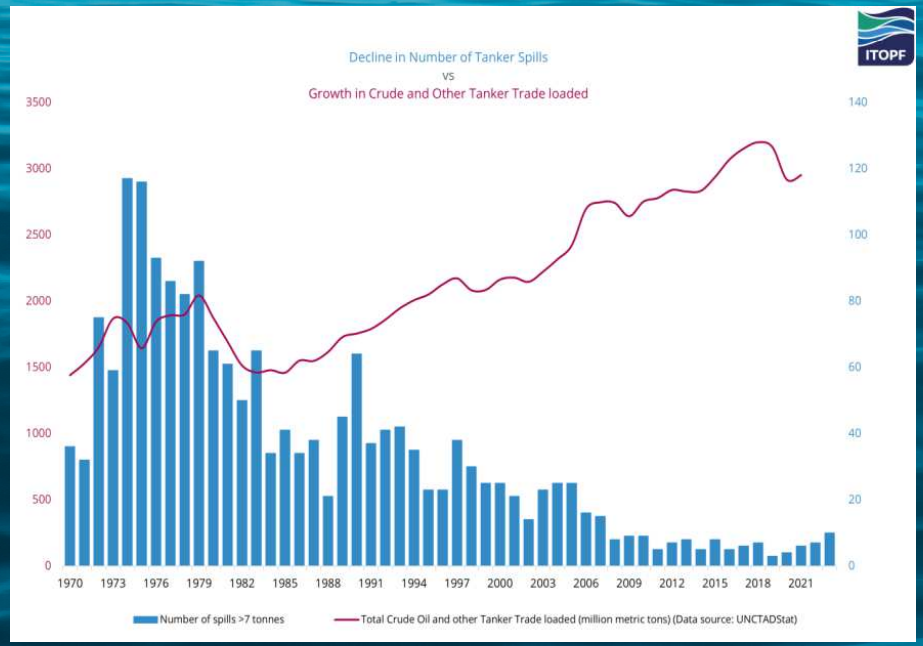


Крупнейшие разливы нефти

В 1978 году танкер Amoco Cadiz сель на мель неподалеку от побережья Бретани (Франция). Из-за штормовой погоды спасательную операцию провести было невозможно. На тот момент эта авария была крупнейшей экологической катастрофой в истории Европы.

Подсчитано, что погибли 20 тыс. птиц. В спасательных работах принимали участие более 7 тыс. человек. В воду вылилось 223 тысячи тонны нефти, образовав пятно размером в две тысячи квадратных километров. Нефть распространилась также на 360 километров побережья Франции. По мнению некоторых ученых, экологическое равновесие в этом регионе не восстановилось до сих пор.





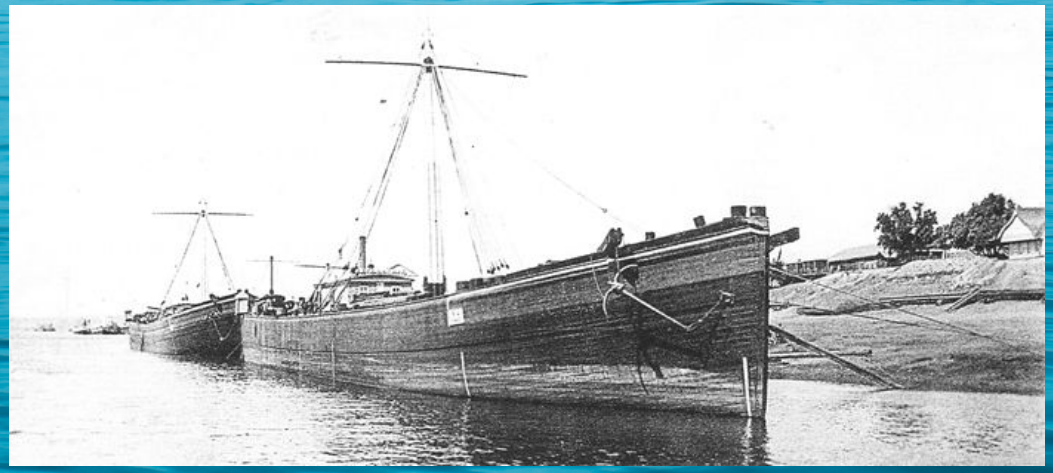
Разливы на танкерах

За 2023 год был зарегистрирован один крупный разлив (>700 тонн) и девять средних разливов (7 - 700 тонн).
Общий объем потерь нефти в окружающую среду в результате разливов из танкеров в 2023 году составил около 2000 тонн.

Наряду с сокращением частоты разливов, на протяжении десятилетий наблюдалось значительное снижение количества разлитой нефти. В 2010-х годах в результате разливов нефти из танкеров весом 7 тонн и выше было потеряно около 164 000 тонн нефти, что на 95% меньше, чем в 1970-х годах. Показатель за текущее десятилетие в настоящее время составляет 28 000 тонн (данные за 4 года).

Что касается объема разлитой нефти, цифры за конкретный год могут быть серьезно искажены одним крупным инцидентом. Это наглядно иллюстрируют такие инциденты, как ATLANTIC EMPRESS (1979), разлито 287 000 тонн; CASTILLO DE BELLVER (1983), разлито 252 000 тонн; ABT SUMMER (1991), разлито 260 000 тонн и SANCHI (2018), разлито 113 000 тонн.

Начало танкерного флота в России



Первым нефтеналивным судном стала деревянная парусная шхуна «Александр», переоборудованная для этих целей в 1873 году астраханскими купцами, братьями Николаем и Дмитрием Артемьевыми.
В 1874 году, когда нефть еще доставляли в бочках, объем транспортировки сырья из Баку в Астрахань составил 10 млн пудов (один пуд составляет 16,4 кг), в 1884 году — 50 млн пудов, а в 1894 году — 208 млн. пудов.



1878 - первый в мире самоходный металлический (из бессемеровской стали) нефтеналивной паровой танкер, построенный по чертежам Людвига Нобеля. Пароход грузоподъемностью 242 тонны использовался для доставки керосина наливом из Баку в Царицын и Астрахань.

Начало освоения морских месторождений



1924 - акватория бухты Биби-Эйбат Апшеронского полуострова, первый пример успешной разработки морского месторождения в СССР. К началу 1925 года нефтепромысел «Бухта Ильича» давал уже 10% от общего объема добычи бакинской нефти.



1946 - в Каспийском море впервые в мире советские нефтяники применили индустриальные методы обустройства морских нефтяных месторождений.

1948-1949 – начало освоения СССР морского месторождения «Нефтяные камни» , которое числится в списке Книги рекордов Гиннесса как старейшая морская нефтяная платформа

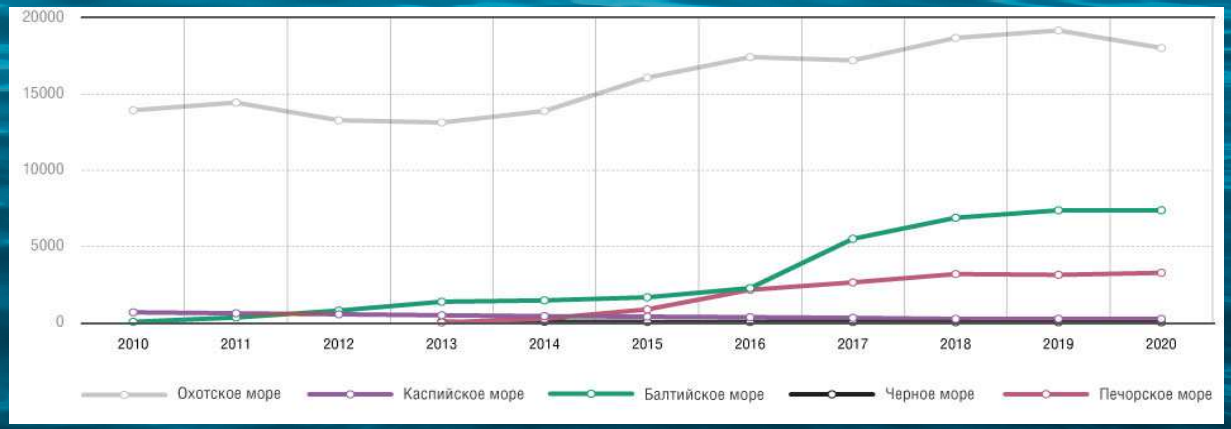
Шельф России в настоящее время



Россия обладает одним из самых обширных в мире континентальных шельфов – площадью более 20% от общемировой.
Крупное месторождение — имени Р. У. Маганова — с запасами 8,4 миллиона тонн нефти и 136 миллиардов кубометров газа обнаружили специалисты ПАО "ЛУКОЙЛ" на шельфе Каспийского моря в 2023 году.



Распределение лицензий на недра шельфа РФ по акваториям морей (2023 год)



Добыча нефти на шельфе РФ, *тыс. тонн*

Основы законодательства РФ

- **статья 22.2 Федерального закона "О континентальном шельфе Российской Федерации" (№ 187-ФЗ от 30.11.1995)**
- **статья 16.1 Федерального закона "О внутренних морских водах, территориальном море и прилежащей зоне Российской Федерации**

Эксплуатация, использование искусственных островов, установок, сооружений, подводных трубопроводов, проведение буровых работ при региональном геологическом изучении, геологическом изучении, разведке и добыче углеводородного сырья, а также при транспортировке и хранении нефти и нефтепродуктов осуществление деятельности по перевалке нефти и нефтепродуктов, бункеровке (заправке) судов с использованием специализированных судов, предназначенных для бункеровки (судов-бункеровщиков), во внутренних морских водах и в территориальном море, на континентальном шельфе допускаются только при наличии плана предупреждения и ликвидации разливов нефти и нефтепродуктов

План предупреждения и ликвидации разливов нефти и нефтепродуктов утверждается организацией при наличии:

- ***положительного заключения государственной экологической экспертизы плана предупреждения и ликвидации разливов нефти и нефтепродуктов,***
- ***заключения о готовности эксплуатирующей организации к действиям по локализации и ликвидации разливов нефти и нефтепродуктов, вынесенного по результатам комплексных учений по подтверждению готовности эксплуатирующей организации к действиям по локализации и ликвидации разливов нефти и нефтепродуктов.***

Основы законодательства РФ

- **Постановление Правительства РФ от 30.12.2020 N 2366 "Об организации предупреждения и ликвидации разливов нефти и нефтепродуктов на континентальном шельфе Российской Федерации, во внутренних морских водах, в территориальном море и прилежащей зоне Российской Федерации" (вместе с "Правилами организации мероприятий по предупреждению и ликвидации разливов нефти и нефтепродуктов на континентальном шельфе Российской Федерации, во внутренних морских водах, в территориальном море и прилежащей зоне Российской Федерации)**

5. Максимальные расчетные объемы разливов нефти и нефтепродуктов принимаются для следующих объектов:

а) нефтеналивные самоходные и несамоходные суда, суда для сбора и перевозки нефтесодержащих вод, плавучие нефтехранилища, нефтенакопители и нефтеналивные баржи (имеющие разделительные переборки) - 2 смежных танка максимального объема. Для указанных судов с двойным дном и двойными бортами - 50 процентов 2 смежных танков максимального объема;

б) нефтеналивные баржи (не имеющие разделительных переборок) - 50 процентов их общей грузоподъемности;

в) морские поисковые, разведочные и эксплуатационные скважины - объем нефти, рассчитанный за 3 суток по одной фонтанирующей скважине с максимальным дебитом;

г) морские нефтяные терминалы, причалы в морском порту, выносные причальные устройства, внутриобъектовые трубопроводы - 100 процентов объемов нефти и (или) нефтепродуктов при максимальной прокачке за время, необходимое на остановку прокачки по нормативно-технической документации и закрытие задвижек на поврежденном участке;

д) подводные трубопроводы при разрыве - 25 процентов максимального объема прокачки за время между последовательным осмотром (мониторингом), установленное распорядительной или нормативно-технической документацией эксплуатирующей организации. Для трубопроводов, оборудованных дистанционными системами обнаружения утечек нефти и (или) нефтепродуктов, системами контроля режимов работы трубопроводов, - 100 процентов объема нефти и (или) нефтепродуктов при максимальной прокачке за время срабатывания системы по нормативно-технической документации и закрытия задвижек на поврежденном участке;

е) склады нефти и (или) нефтепродуктов, склады горюче-смазочных материалов и другие емкости для нефти и (или) нефтепродуктов, входящие в состав технологических установок или используемые в качестве технологических аппаратов, - 100 процентов объема одной наибольшей емкости. В случае использования в качестве склада (накопителя) стационарно закрепленных в соответствии с проектной документацией нефтеналивных самоходных и несамоходных судов, нефтеналивных барж максимальные расчетные объемы разливов нефти и нефтепродуктов принимаются в соответствие подпунктами "а" и "б" настоящего пункта

Опыт моделирования разлива нефтепродуктов



Потенциальные источники разливов нефти и нефтепродуктов:

- скважины;
- емкости буровой платформы;
- суда обеспечения;
- вертолёт.

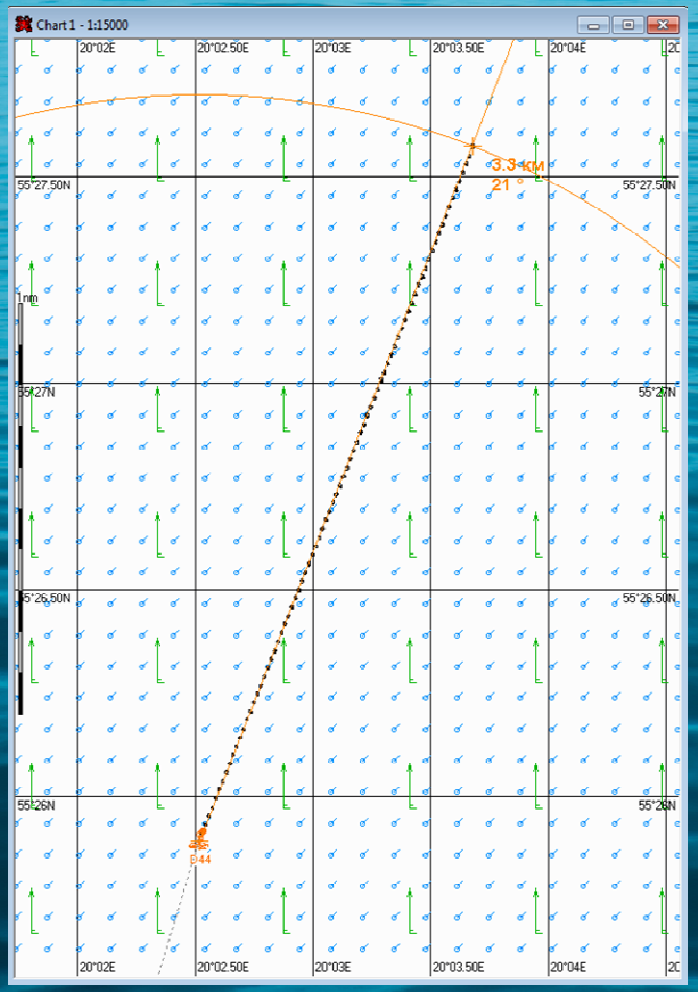
В рамках Плана ЛРН рассматриваются значения максимальных расчетных объемов разливов нефти и нефтепродуктов для:

- скважины объем нефти, рассчитанный за 3 суток по одной фонтанирующей скважине с максимальным дебитом;
- емкости буровой платформы 100 процентов объема одной наибольшей емкости.

Разливы нефти и нефтепродуктов рассматриваются для наиболее неблагоприятных и наиболее вероятных гидрометеорологических условий:

- за наиболее неблагоприятные гидрометеорологические условия принимается скорость ветра более 15 м/с, высота волны более 1 м, разлив нефти распространяется в отсутствии мероприятий ЛРН до 12 часов;
- за наиболее вероятные гидрометеорологические условия принимается скорость ветра до 8 м/с, высота волны до 1 м, операции ЛРН на море начинаются незамедлительно.

Опыт моделирования разлива нефтепродуктов

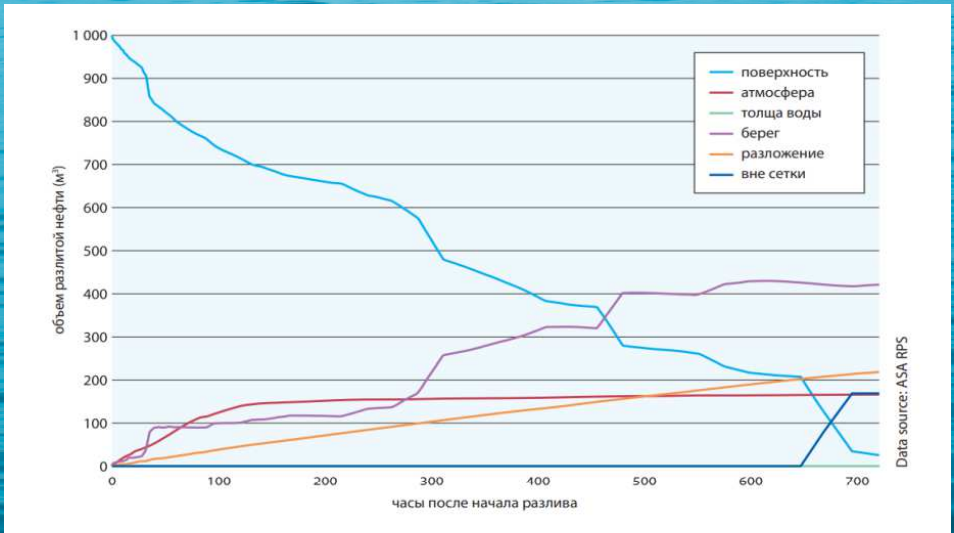


При определении площадей разливов нефти и нефтепродуктов использовались:

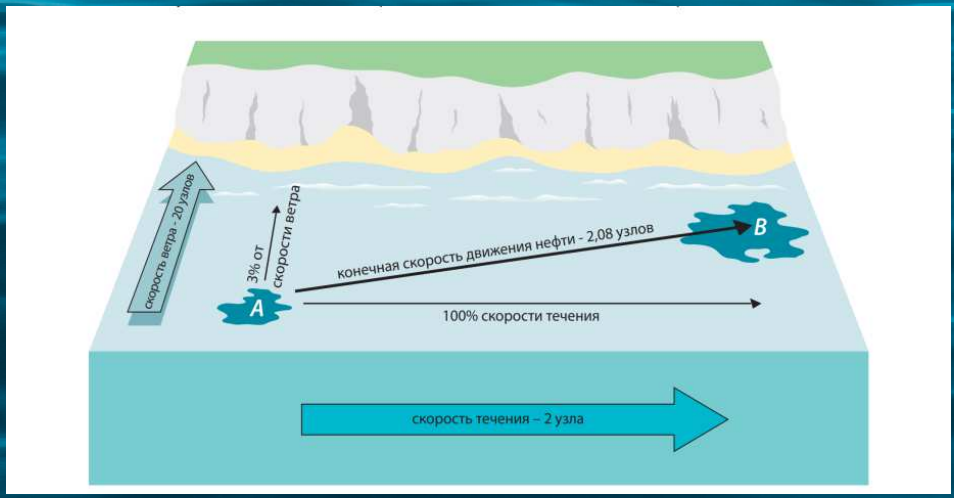
- методические рекомендации по разработке типового плана по предупреждению и ликвидации разливов нефти и нефтепродуктов для нефтегазовых компаний» (Росэнерго);
- методические рекомендации по оценке опасности подводных потенциально опасных объектов во внутренних водах и территориальном море Российской Федерации, , утвержденные МЧС России 02.12.2021 №ДЗ-17-802-5172-ВЯ;
-результаты математического моделирования с использованием программного продукта «PISCES 2» производства компании «Транзас», который воспроизводит процессы, происходящие в нефтяном разливе на поверхности моря и реки: распространение, испарение, диспергирование, эмульсификация, изменение вязкости, горение, взаимодействие нефти с окружающей средой и средствами борьбы с разливами нефти (при истечении из трубопровода).

«PISCES 2» входит в каталог программ «Catalogue of computer programs and Internet information related to responding to oil spill (MERC 367) IMO», одобренный Международной морской организацией (IMO).

Опыт моделирования разлива нефтепродуктов



Пример графика массового баланса нефти для поверхности воды, покрытой нефтяной пленкой толщиной более 0,01 мм (темный коричневый блеск) при разливе объемом 1000м^3 нефти марки IFO-180 (жидкое бункерное топливо с максимальной вязкостью 180 сантистокс).



Влияние ветра и течений на движение нефтяного пятна.

Опыт моделирования разлива нефтепродуктов

Методические рекомендации по оценке опасности подводных потенциально опасных объектов во внутренних водах и территориальном море Российской Федерации, утвержденные МЧС России 02.12.2021 №ДЗ-17-802-5172-ВЯ:

радиус пленки при гравитационно-вязком режиме растекания пятна определяется по формуле:

$$R_н = 1.45\ (\lambda g V_н^2 t^{3/2} \nu^{-1/2})^{1/6},\ м$$

где $\lambda = (\rho_в - \rho_н)\ \ \rho_в$ - относительная разность плотностей воды и нефти ;

g - ускорение свободного падения, м/с^2;

$V_н$ - объем нефти, м^3;

t - время с момента пролива нефти, с.

ν- кинематический коэффициент вязкости воды, м^2/с.

$\rho_н$- плотность жидкого нефтепродукта, кг/м^3.

Скорость перемещения нефтяного пятна по поверхности воды под действием ветра: $v_н = 0{,}05 \times v_{вет}$

Методические рекомендации по разработке типового плана по предупреждению и ликвидации разливов нефти и нефтепродуктов для нефтегазовых компаний» (Росэнерго):

$$F_{зрв} = Q : 0.003$$

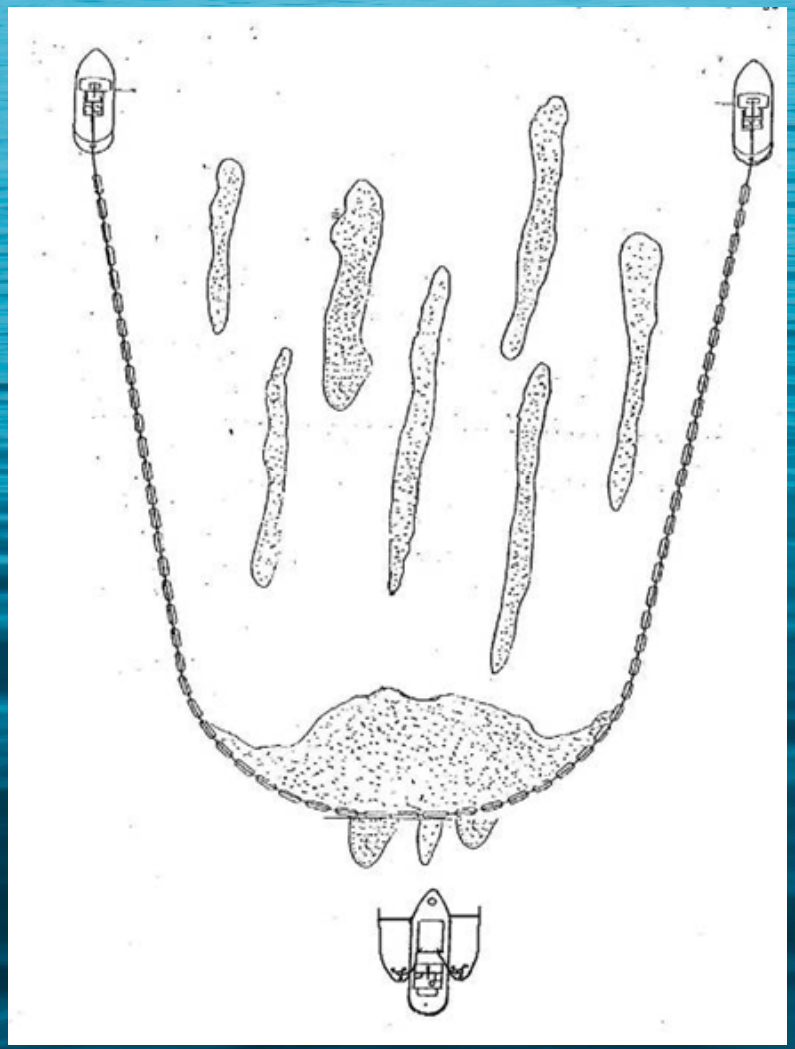
$$R_t = Кз \times (1.76 \times (g \times (1 - p_н : p_в))^{1/4} \times Q^{1/2} \times \gamma^{-1/8} \times t^{3/8})$$

Опыт моделирования разлива нефтепродуктов

Емкость 300 м^3 с дизельным топливом, залповый выброс

1 час	2 часа	3 часа	4 часа	6 часов	12 часов	18 часов	24 часов	48 часов	72 часа
Радиус пленки, м/ площадь разлива м^2 (раздел 10 МР ППБО МЧС России)									
83/21561	99/30492	109/37344	117/ 43122	130/52813	154/74689	166/86243	183/105626	218/149378	241/182950
Радиус пленки, м/ площадь разлива м^2 (Методические рекомендации по разработке типового плана по предупреждению и ликвидации разливов нефти и нефтепродуктов для нефтегазовых компаний (Росэнерго), формула 3.10)									
144/65478	187/110121	218/149259	243/185201	283/251022	367/422167	427/572207	476/709998	617/1194069	718/1618445
Радиус пленки, м/ площадь разлива м^2 (Методические рекомендации по разработке типового плана по предупреждению и ликвидации разливов нефти и нефтепродуктов для нефтегазовых компаний (Росэнерго), формула 3.9)									
182 / 103733									
Расстояние, на которое возможно перемещение пятна под действием ветра со скоростью 8 м/с									
1440	2880	4320	5760	8640	17280	23040	34560	69120	103680
Расстояние, на которое возможно перемещение пятна под действием ветра со скоростью 15 м/с									
2700	5400	8100	10800	16200	32400	43200	64800	129600	194400

Расчет сил и средств для ликвидации максимального расчетного объема разлива



Расчеты выполняются на основе:

- методических рекомендаций по разработке типового плана по предупреждению и ликвидации разливов нефти и нефтепродуктов для нефтегазовых компаний», утв. Росэнерго 04.04.2006 г.;
- методические рекомендации по оценке опасности подводных потенциально опасных объектов во внутренних водах и территориальном море Российской Федерации, , утвержденные МЧС России 02.12.2021 №ДЗ-17-802-5172-ВЯ;
- - методических рекомендаций «Ликвидация разливов нефти и нефтепродуктов на море и внутренних акваториях. Расчет достаточности сил и средств», С.В. Маценко, Г.Г. Волков, Т.А.Волкова.– Новороссийск: МГА им. адм. Ф.Ф. Ушакова, 2009;
- - технических информационных документов ITOPF. Официальный Интернет-сайт Международной федерации владельцев танкеров ITOPF. International Tanker Owners Pollution Federation Limited. ITOPF official web-site.http://www.itopf.com

Расчет сил и средств для ликвидации максимального расчетного объема разлива

Состав технических средств для локализации и ликвидации разливов нефти и нефтепродуктов на акваториях морей в зоне ЧС(Н) определяется путѐм:

- анализа операций, выполняемых при локализации и ликвидации разлива нефти и нефтепродуктов;
- определения основных функций технических средств, привлекаемых для локализации и ликвидации разливов нефти и нефтепродуктов;
- выбора типов техники и средств, выполняющих эти функции.

При локализации и ликвидации разлива нефти на акватории моря основными функциями являются:

- доставка сил и средств к месту проведения работ;
- локализация и сбор разлитой нефти и нефтепродуктов;
- ликвидация утечки нефти и нефтепродуктов;
- транспортировка собранной нефти к местам переработки и обезвреживания.



1. Средства доставки техники и персонала к месту проведения работ:
- плавсредства;
- автотранспорт.
2. Средства для локализации нефтяного загрязнения:
- боновые заграждения.
3. Средства для сбора нефти:
- суда технического обеспечения;
--средства для сбора нефти с поверхности воды;
- сорбенты;
- средства для сбора нефти на берегу;
- источники пара для подогрева собираемой нефтесодержащей смеси в зимнее время.
4. Средства для удаления, утилизации или уничтожения собранной нефти:
- самоходная баржа или несамоходное средство с буксирным обеспечением;
- ѐмкости для временного накопления собранной нефти;
- транспортные средства для вывоза собранной нефти и отходов;
- полигон для обезвреживания с соответствующим одобренным оборудованием.
5. Средства для проведения работ в ледовой обстановке.
6. Средства для очистки оборудования.
7. Средства связи.
8. Средства газовой разведки.
9. Снаряжение спасателя по ЛРН:
- защитное снаряжение;
- рабочая одежда, обувь.

Расчет сил и средств для ликвидации максимального расчетного объема разлива

Потребность в судах ЛРН

При выполнении операций по ЛРН количество плавсредств (Nпс, шт.) определяется числом устанавливаемых одновременно каскадов БЗ (не менее одного судна на каскад).

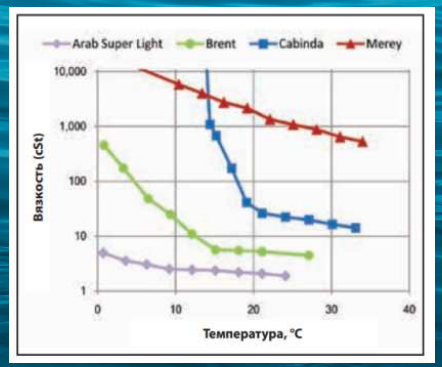
$$Nпс = 1*Nк + 2,$$

где: Nк – число каскадов БЗ устанавливаемых одновременно, шт.

Кроме того, необходимо, по меньшей мере, 2 (два) плавсредства для сбора водонефтяной смеси и осуществления мониторинга в районе проведения аварийно-спасательной операции.

	1 группа	2 группа	3 группа	4 группа
	Arabian Super Light	Brent	Cabinda	Merey
Происхождение	Саудовская Аравия	Великобритания	Ангола	Венесуэла
Плотность нефти в градусах АНИ	50,7	37,9	32,5	17,3
Плотность при 15°С	0,79	0,83	0,86	0,96
Содержание парафина	12%	Данные отсутствуют	10,4%	10%
Асфальтены	7%	0,5	0,16	9%
Температура застывания	-39°С	-3°С	12°С	-21°С





Количество разлитой нефти		1	10	100	500	1000
Количество каскадов для нефтей	1 группы	1	1	2	3	4
	2 группы	1	2	3	4	5
	3 группы	1	2	3	3	4
	4 группы	1	2	3	3	3

Расчет сил и средств для ликвидации максимального расчетного объема разлива

Время подхода плавсредств к месту ЧС(Н)

Время подхода плавсредств к месту ЧС(Н) оценивается по следующей формуле:

$$T = Топ + Тпер + Тгот$$

Топ – время, затраченное на оповещение о разливе - 10 мин (0,16 часа);
Тгот - время готовности судна - 10 мин (0,16 часа).
Время перехода (Тпер) оценивается по следующей формуле:

$$Тпер = L / V$$

где L - расстояние до места разлива,
V – максимальная скорость передвижения судов АСФ.



Время прибытия плавсредств рассчитывается до самого отдалённого участка с учетом возможных перемещений пятна.





Расчет сил и средств для ликвидации максимального расчетного объема разлива

Количество и время установки боновых заграждений

Технологией локализации предусматривается установка нескольких каскадов боновых заграждений.

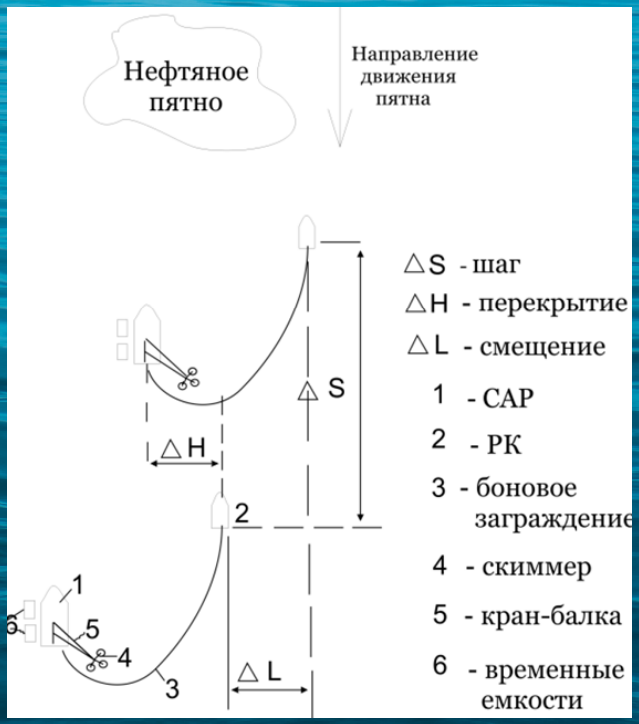
Длина боновых заграждений необходимых для локализации всего объѐма разлитой нефти, определяется полупериметром пятна на момент времени, когда каскад будет установлен.

$$L_{БЗ} = 1{,}77 * \sqrt{F_{загр}} * 1{,}1$$

Основные характеристики мобильного ордера для эффективного сбора нефти должны быть следующими:

- шаг ΔS 150 – 200 м;
- смещение ΔL 100 – 120 м;
- перекрытие ΔH 30 – 40 м.

Ширина бонового заграждения, а также расстояние от рабочего катера/судна-бонопостановщика) до САР (судно аварийного реагирования – судно - бонопостановщик) должны выбираться исходя из текущих погодных условий таким образом, чтобы обеспечить образование «ловушки» для собираемой нефти в зоне работы скиммера и обеспечить максимальную рабочую ширину ордера.



Расчет сил и средств для ликвидации максимального расчетного объема разлива

Нефтесборные устройства

Необходимая суммарная производительность нефтесборных систем $Q_Σ$, м^3/ч, участвующих в ликвидации аварии, определяется объѐмом разлившейся нефти и заданным временем еѐ сбора. Расчѐт $Q_Σ$, м^3/ч производится по формуле:

$$Q_Σ = V_Σ / t_{сбора},$$

где:

$V_Σ$ – суммарный объѐм разлитой нефти, м^3;

$t_{сбора}$ – время сбора основной массы разлившейся нефти, ч (технологическое время работы составляет на акватории 10 часов).

Количество нефтесборных систем N, шт., зависит от производительности их марки и определяется из формулы:

$$Q_Σ = N_1 Q_1 K_{му1} + N_2 Q_2 K_{му2} + \ldots + N_i Q_i K_{муi},$$

где:

$Q_Σ$ – суммарная производительность нефтесборных систем, м^3/ч.

N_1, N_2, N_i – число нефтесборных систем данной марки, шт.;

Q_1, Q_2, Q_i – производительность нефтесборных систем данной марки по паспорту, м^3/ч;

$K_{му1}$, $K_{му2}$, $K_{муi}$ – коэффициент местных условий, определяющий эффективность нефтесборных систем данной марки в условиях конкретного места и времени ЛРН. Кму – изменяется в пределах от 0 до 1. Действительное значение Кму определяется путѐм анализа результатов учений с применением нефтесборных систем разных типов в различных гидрометеорологических условиях. Для расчѐта рекомендуется принимать значение Кму, предполагающее неблагоприятные местные условия, равным 0,70.

Расчет сил и средств для ликвидации максимального расчетного объема разлива

Объем емкостей для собранной нефти и нефтепродуктов

Суммарный объем емкостей для собранной с водной поверхности нефтеводяной смеси, необходимый для обеспечения бесперебойной работы скиммеров определяется по формуле:

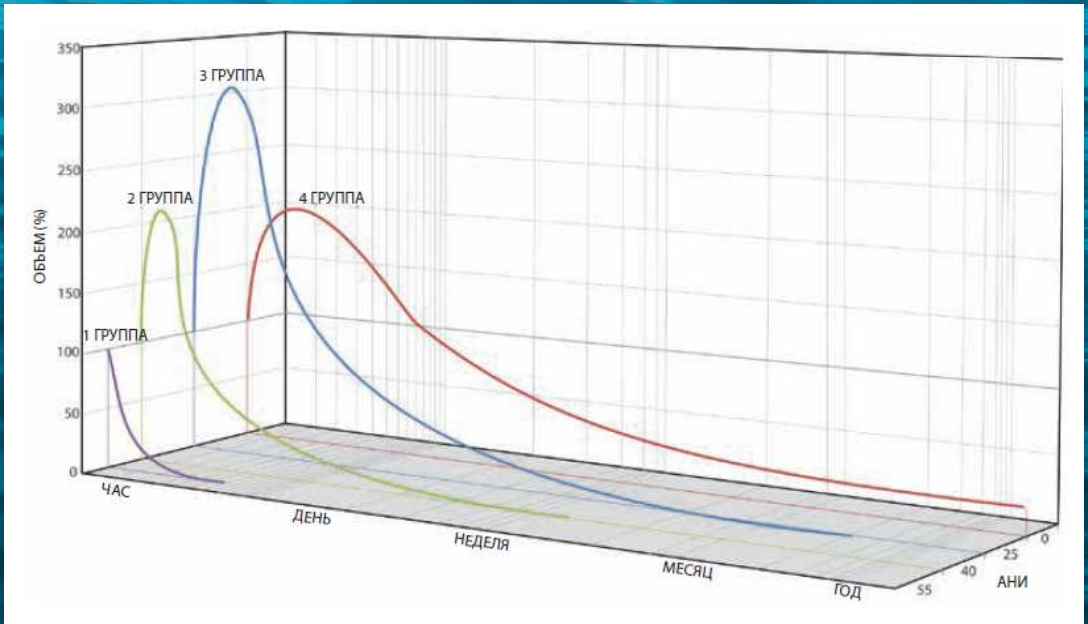
$$Vсбора = V_{АРН} \cdot k_{эм} / 0,95$$

где 0,95 – коэффициент, учитывающий, что заполнение емкостей не должно превышать 95 %;

kэм – коэффициент эмульгирования.

Для расчета объема емкостей, необходимых для сбора нефти и нефтепродуктов, нужно учитывать процесс эмульгирования нефти. Объем собираемой водонефтяной эмульсии будет больше, чем объем нефти и нефтепродуктов, участвующих в разливе. Объем эмульсии рекомендуется рассчитывать с допущением, что весь объем нефти и нефтепродуктов, участвующих в разливе, эмульгируется с содержанием воды - 80% в объеме нефти:

$$V_{емк} = 1,8V_{н}.$$



Расчет сил и средств для ликвидации максимального расчетного объема разлива

Расчетное время (сроки) ликвидации максимального расчетного объема разлива нефти и нефтепродуктов

Сценарий	Время прибытия судов-бонопостановщиков для постановки 1го каскада боновых заграждений, мин	Время установки 1го каскада боновых, мин	Время прибытия судов-бонопостановщиков для постановки 2го каскада боновых заграждений, мин	Время установки 2го каскада боновых, мин	Время прибытия судов-бонопостановщиков для постановки 3го каскада боновых заграждений, мин	Время установки 3го каскада боновых, мин	Время сбора (ликвидации) нефти, нефтепродукта, мин	Общее время ликвидации разлива на акватории, мин
раздел 10 МР ППБО МЧС России								
8 м/с	25	40	304	40	-	-	325	669
15 м/с	828	60	1109	20	1109	40	345	1494
Методические рекомендации по разработке типового плана по предупреждению и ликвидации разливов нефти и нефтепродуктов для нефтегазовых компаний (Росэнерго)								
8 м/с	25	60	304	40	-	-	325	669
15 м/с	848	80	1147	20	1147	40	365	1552

Полезные ресурсы

- Приказ Минтранса России от 27.11.2020 N 523 "Об утверждении Требований к составу сил и средств постоянной готовности, предназначенных для предупреждения и ликвидации разливов нефти и нефтепродуктов на континентальном шельфе Российской Федерации, во внутренних морских водах, в территориальном море и прилежащей зоне Российской Федерации"
- Международной конвенции по предотвращению загрязнения с судов 1973 года, измененной Протоколом 1978 г. (МАРПОЛ 73/78) и Протоколом 1997 года к ней;
- Международная конвенция по обеспечению готовности на случай загрязнения нефтью, борьбе с ним и сотрудничеству 1990 года;
- Конвенция о защите морской среды района Балтийского моря 1992 г (Хельсинская конвенция) и соответствующие рекомендации Хелком;
- Конвенции о рыболовстве и охране живых ресурсов Балтийского моря и региона (Гданьская конвенция) от 13.09.1973;
- Конвенции ООН по морскому праву от 10.12.1982 с изм. от 23.07.1994 г.;
- Конвенции об оценке воздействия на окружающую среду в трансграничном контексте от 25.02.1991
- Руководство IMO по борьбе с загрязнением нефтью – Раздел II Планирование чрезвычайных мер в случае разливов нефти
- Предупреждение и ликвидация аварийных разливов нефти и нефтепродуктов. Ю.Л. Воробьев, В.А. Акимов, Ю.И. Соколов, 2005.
- **https://www.arcticresponsetechnology.org/**
- **https://www.itopf.org https://www.ipieca.org https://www.ospri.online/rukovodstva-i-rekomendatcii/test**

Спасибо за внимание!

Лапшина Виктория Александровна
ООО «СУПР»