

МАГЭ



**ПРОГРАММА РАБОТ
«СОЗДАНИЕ РЕГИОНАЛЬНОЙ СЕТИ
ОПОРНЫХ ГЕОЛОГО-ГЕОФИЗИЧЕСКИХ ПРОФИЛЕЙ
С ЦЕЛЬЮ ИЗУЧЕНИЯ ГЕОЛОГИЧЕСКОГО
СТРОЕНИЯ, СТРУКТУРЫ И ОЦЕНКИ ПЕРСПЕКТИВ
НЕФТЕГАЗОНОСНОСТИ ОСАДОЧНЫХ БАССЕЙНОВ
ОХОТСКОГО МОРЯ»**

**ПЕРЕЧЕНЬ МЕРОПРИЯТИЙ ПО ОХРАНЕ
ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ (ПМОС)**

Приложения. Часть 3



Москва, 2020 г.



**ПРОГРАММА РАБОТ
«СОЗДАНИЕ РЕГИОНАЛЬНОЙ СЕТИ
ОПОРНЫХ ГЕОЛОГО-ГЕОФИЗИЧЕСКИХ ПРОФИЛЕЙ
С ЦЕЛЬЮ ИЗУЧЕНИЯ ГЕОЛОГИЧЕСКОГО
СТРОЕНИЯ, СТРУКТУРЫ И ОЦЕНКИ ПЕРСПЕКТИВ
НЕФТЕГАЗОНОСНОСТИ ОСАДОЧНЫХ БАССЕЙНОВ
ОХОТСКОГО МОРЯ»**

**ПЕРЕЧЕНЬ МЕРОПРИЯТИЙ ПО ОХРАНЕ
ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ (ПМООС)
Приложения. Часть 2**

Генеральный директор ОАО «МАГЭ»

А.Г. Казанин

**Москва,
2020 г.**



ЦМИ МГУ

**ПРОГРАММА РАБОТ
«СОЗДАНИЕ РЕГИОНАЛЬНОЙ СЕТИ
ОПОРНЫХ ГЕОЛОГО-ГЕОФИЗИЧЕСКИХ ПРОФИЛЕЙ
С ЦЕЛЬЮ ИЗУЧЕНИЯ ГЕОЛОГИЧЕСКОГО
СТРОЕНИЯ, СТРУКТУРЫ И ОЦЕНКИ ПЕРСПЕКТИВ
НЕФТЕГАЗОНОСНОСТИ ОСАДОЧНЫХ БАССЕЙНОВ
ОХОТСКОГО МОРЯ»**

**ПЕРЕЧЕНЬ МЕРОПРИЯТИЙ
ПО ОХРАНЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ
(ПМООС)**

Приложения. Часть 2

**Исполнительный директор –
ООО «ЦМИ МГУ»**

Н.В. Шабалин

**Москва,
2020 г.**



СОДЕРЖАНИЕ

ПРИЛОЖЕНИЯ.....	7
ПРИЛОЖЕНИЕ Е ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ И КОНТРОЛЬ (ПЭКиМ)	8
ПРИЛОЖЕНИЕ Е1 – Журнал ежедневных наблюдений за морскими млекопитающими.....	9
ПРИЛОЖЕНИЕ Ж СУДОВЫЕ ДОКУМЕНТЫ.....	11
ПРИЛОЖЕНИЕ Ж1 – НИС «Николай Трубятчинский».....	12
ПРИЛОЖЕНИЕ И МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ РАСПРОСТРАНЕНИИ СУДОВОГО ТОПЛИВА В СЛУЧАЕ АВАРИЙНЫХ РАЗЛИВОВ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ «ПРОГРАММЫ РАБОТ НА «СОЗДАНИЕ РЕГИОНАЛЬНОЙ СЕТИ ОПОРНЫХ ГЕОЛОГО-ГЕОФИЗИЧЕСКИХ ПРОФИЛЕЙ С ЦЕЛЮ ИЗУЧЕНИЯ ГЕОЛОГИЧЕСКОГО СТРОЕНИЯ, СТРУКТУРЫ И ОЦЕНКИ ПЕРСПЕКТИВ НЕФТЕГАЗОНОСНОСТИ ОСАДОЧНЫХ БАСЕЙНОВ ОХОТСКОГО МОРЯ»	55
ПРИЛОЖЕНИЕ К ЗАКЛЮЧЕНИЕ РОСРЫБОЛОВСТВА	215



Программа работ «Создание региональной сети опорных геолого-геофизических профилей с целью изучения геологического строения, структуры и оценки перспектив нефтегазоносности осадочных бассейнов Охотского моря»

ПРИЛОЖЕНИЯ



Программа работ «Создание региональной сети опорных геолого-геофизических профилей с целью изучения геологического строения, структуры и оценки перспектив нефтегазоносности осадочных бассейнов Охотского моря»

ПРИЛОЖЕНИЕ Е
ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ И КОНТРОЛЬ (ПЭКиМ)



ПРИЛОЖЕНИЕ Е1 – Журнал ежедневных наблюдений за морскими млекопитающими

Журнал ежедневных наблюдений за морскими млекопитающими по результатам мониторинга (форма-1)
при выполнении работ лицензионном участке _____

Номер журнала № _____

Название судна:				Наблюдатель (ФИО):						
Деятельность судна:										
Дата	Время	Координаты		Вид ММ	Количество	Возраст	Расстояние до судна/сейсмопушки, м	Поведение	Передвижение	Проблемы, комментарии
		широта	долгота							

Итоговая таблица наблюдений

Количество	Вид ММ	Общее количество животных за день	Общее количество животных за весь период наблюдений от ДД.ММ.ГГГГ до ДД.ММ.ГГГГ
1			
2			
	ИТОГО		

Наблюдатель за морскими млекопитающими: _____
(ФИО, подпись)

Начальник партии: _____
(ФИО, подпись)

Капитан: _____
(ФИО, подпись)



Журнал ежедневных наблюдений за морскими млекопитающими по результатам мониторинга (форма-2)

при выполнении на лицензионном участке _____

Номер журнала №

Начат «__» _____ г.

Окончен «__» _____ г.

Дата: ДД.ММ.ГГГГ

Название судна:

Страница:

Наблюдатель (ФИО):

Sighting ID	Время, часы	Время, минуты	Широта градусы	Широта, минуты	Широта, сотые доли (минуты)	Долгота, градусы	Долгота, минуты	Долгота, сотые доли (минуты)	Курс судна, градусы	Состояние моря, шкала Бофорта	Видимость, км	Светло или темно	Интенсивность отблеска	Местоположение отблеска	Виды	Количество особей ММ	Передвижение ММ относительно судна	Поведение	Направление появления ММ, откуда	Направление перемещения ММ, куда	Расстояние: визирные метки	Расстояние до судна, м	Увидел в бинокль или нет?	Характерная черта ММ	Интенсивность движения животного	СВР (да/нет)	Примечания	

Наблюдатель за морскими млекопитающими: _____

(ФИО, подпись)



Программа работ «Создание региональной сети опорных геолого-геофизических профилей с целью изучения геологического строения, структуры и оценки перспектив нефтегазоносности осадочных бассейнов Охотского моря»

ПРИЛОЖЕНИЕ Ж
СУДОВЫЕ ДОКУМЕНТЫ



ПРИЛОЖЕНИЕ Ж1 – НИС «Николай Трубытчинский»



РОССИЙСКИЙ МОРСКОЙ РЕГИСТР СУДОХОДСТВА
RUSSIAN MARITIME REGISTER OF SHIPPING

3.1.2

КЛАССИФИКАЦИОННОЕ СВИДЕТЕЛЬСТВО
CLASSIFICATION CERTIFICATE

Выдано в соответствии с Правилами классификации и постройки морских судов Российского морского регистра судоходства
Issued under the provisions of the Rules for the Classification and Construction of Sea-Going Ships of Russian Maritime Register of Shipping

Название судна Name of ship	НИКОЛАЙ ТРУБЯТЧИНСКИЙ NIKOLAY TRUBYATCHINSKIY		Флаг Flag	Российская Федерация the Russian Federation	
Порт приписки Port of registry	Большой порт Санкт-Петербурга Belkoy port of St. Petersburg	Регистрационный номер Registered number	877550	Номер ИМО IMO number	8705010
Тип Type	Исследовательское Research	Дата постройки Date of build	01.02.1988	Валовая вместимость Gross tonnage	2762
Длина наибольшая Length overall	64.50 м	Ширина Breadth	14.00 м	Высота борта Depth	8.47 м
Тип главных механизмов Type of main machinery	ДВС Internal-combustion engine		10V28A	Суммарная мощность Total power output	3000 кВт kW

Настоящим удостоверяется, что в результате проведенного освидетельствования судно, его устройства и оборудование удовлетворяют применимым требованиям Правил для следующего символа класса:
This is to certify that as a result of the survey performed the ship, her equipment and arrangements have been found in compliance with the applicable requirements of the Rules for the following class notation:

KM ★ Arc5 AUT1 специального назначения / special purpose ship

Свидетельство действительно до
The Certificate is valid until **04.07.2023** при условии ежегодного его подтверждения в
subject to annual confirmation in accordance

соответствии с Правилами
with the Rules.

Свидетельство выдано в порту
The Certificate is issued at the port of **Бремерхафен, Германия
Bremerhaven, Germany** - Дата
Date **15.04.2018**

Дата завершения освидетельствования, являющаяся основанием для выдачи настоящего Свидетельства
Completion date of the survey on which this Certificate is based **15.04.2018**

Российский морской регистр судоходства
Russian Maritime Registry of Shipping



Куриленко В.Д./ V. Kurilenko

(подпись, ф.и.о. должным образом уполномоченного лица, выдávшего Свидетельство)
signature, name of duly authorized official issuing the Certificate

№ **18.02053.272**



Программа работ «Создание региональной сети опорных геолого-геофизических профилей с целью изучения геологического строения, структуры и оценки перспектив нефтегазоносности осадочных бассейнов Охотского моря»

Постоянные ограничения
Permanent restrictions

Прочие характеристики
Other characteristics

ПРИМЕЧАНИЕ. Классификационное свидетельство приостановлено и действие класса автоматически приостановляется, в следующих случаях: истекли сроки и сроки или периоды до окончания очередного периодического или внеочередного освидетельствования в предельный срок (сроки освидетельствования не завершены), или не предъявлены документы до истечения установленных сроков освидетельствования и сроков до истечения установленных сроков освидетельствования не завершено в предельный срок (сроки освидетельствования не завершены) или установленной даты третьего ежегодного освидетельствования в указанном периодическом режиме освидетельствования, или судно не предъявляет для завершения соответствующего освидетельствования или, если в Провисе Регистра не предусмотрено иное; истекли сроки подачи заявки на регистрацию освидетельствования в море, суд признано аварийным судном, либо в первом году ввоза, либо аварийный случай произошел в море; введены на судно требования Регистра освидетельствования в отношении сроков и сроков выполнения от предельного Провиса, выполнение которых судном не подтверждено или не подтверждено Регистра; истекли сроки с освидетельствования Регистра для завершения условий, в случае истечения срока в отношении, не соответствующего предельному классу судна или установленным при этом Регистра ограничениям, одновременного выполнения предельных классов требований, установленных при проведении освидетельствования судна (судном) в отношении или уровнях класса Регистра, приостановлено по истечении или по иным основаниям срока действия Регистра освидетельствования судна; истекли сроки от истечения на предельном уровне при окончании периода для выполнения установленных Регистра требований (другие случаи истечения срока в отношении для этих целей), при истечении срока действия.

NOTE: Classification Certificate becomes invalid and classification is automatically suspended in the following cases: if the ship as whole or her separate elements have not been subjected to scheduled periodic or occasional surveys in specified terms (if the special survey has not been completed or the ship is not under obligation for completion prior to entering trading, by the due date, if the special survey has not been completed within three (3) months of the due date of the annual survey, if the intermediate survey has not been completed within three (3) months of the due date of the third annual survey in each periodic survey cycle), unless the ship is under obligation for completion of the interim survey, or if in RS Rules it is not required otherwise; after an accident (the ship shall be submitted for occasional survey at port where the accident took place or at the first port of call, if the accident took place at sea). If alterations not agreed with the Register have taken place in the construction and/or if any change has been made in the equipment which may result in reducing the standards required by the Rules; when repair of ship's items has been performed without the agreement and/or survey by the Register; when a ship navigates with a draught exceeding that specified by the Register for specific conditions as well as in case of operation of a ship in conditions which do not comply with the requirements for assigned class of a ship or the restrictions specified by the Register; if the prescribed specific requirements which during previous survey of the ship were the conditions for assignment or reinstatement of the Register class have not been fulfilled within the specified period; if the process of surveying the ship by the Register has been suspended on the shipowner's initiative or through his fault; when the ship has been taken out of service for a long period (more than 3 months) for fulfillment of the Register requirements (except the case when a ship is under repair for those purposes), in case of the ship's status by gross.



ПОДТВЕРЖДЕНИЕ ЕЖЕГОДНЫХ И ПРОМЕЖУТОЧНЫХ ОСВИДЕТЕЛЬСТВОВАНИЙ
ENDORSEMENT OF ANNUAL AND INTERMEDIATE SURVEYS

Первое ежегодное освидетельствование
First annual survey

На основании проведенного освидетельствования класс подтверждается.
On the basis of the performed survey the class is confirmed.

Место
Place

Дата
Date

М.П.
L.S.

(подпись уполномоченного лица)
(signature of authorized official)

Второе ежегодное/промежуточное* освидетельствование
Second annual/intermediate* survey

На основании проведенного освидетельствования класс подтверждается.
On the basis of the performed survey the class is confirmed.

Место
Place

Дата
Date

М.П.
L.S.

(подпись уполномоченного лица)
(signature of authorized official)

Третье ежегодное/промежуточное* освидетельствование
Third annual/intermediate* survey

На основании проведенного освидетельствования класс подтверждается.
On the basis of the performed survey the class is confirmed.

Место
Place

Дата
Date

М.П.
L.S.

(подпись уполномоченного лица)
(signature of authorized official)

Четвертое ежегодное освидетельствование
Fourth annual survey

На основании проведенного освидетельствования класс подтверждается.
On the basis of the performed survey the class is confirmed.

Место
Place

Дата
Date

М.П.
L.S.

(подпись уполномоченного лица)
(signature of authorized official)

ПРОДЛЕНИЕ КЛАССА
EXTENSION OF THE CLASS

На основании проведенного освидетельствования класс продлен до
On the basis of the performed survey the validity of the class is extended until

Место
Place

Дата
Date

М.П.
L.S.

(подпись уполномоченного лица)
(signature of authorized official)

РС 3.1.2

18.02053.272

3



Программа работ «Создание региональной сети опорных геолого-геофизических профилей с целью изучения геологического строения, структуры и оценки перспектив нефтегазоносности осадочных бассейнов Охотского моря»

Подтверждение переноса ежегодной даты в случае досрочного предъявления к ежегодному освидетельствованию
Enforcement for advancement of anniversary date in case of preschool annual survey

В соответствии с Правилами новой ежегодной датой является
In accordance with the Rules new anniversary date is

Новой датой окончания действия Свидетельства является
New date of expiry of the Certificate is

М.П.
I.S.
Российский морской регистр судоходства
Russian Maritime Register of Shipping

Подписано
Signed

Место
Place

Дата
Date

В соответствии с Правилами новой ежегодной датой является
In accordance with the Rules new anniversary date is

Новой датой окончания действия Свидетельства является
New date of expiry of the Certificate is

М.П.
I.S.
Российский морской регистр судоходства
Russian Maritime Register of Shipping

Подписано
Signed

Место
Place

Дата
Date

**ВРЕМЕННЫЕ ОГРАНИЧЕНИЯ И ПРИМЕЧАНИЯ:
TEMPORARY RESTRICTIONS AND REMARKS:**

10/2015

РС 3.1.2



РОССИЙСКИЙ МОРСКОЙ РЕГИСТР СУДОХОДСТВА
RUSSIAN MARITIME REGISTER OF SHIPPING

2.4.6

МЕЖДУНАРОДНОЕ СВИДЕТЕЛЬСТВО
О ПРЕДОТВРАЩЕНИИ ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРЫ
INTERNATIONAL AIR POLLUTION PREVENTION CERTIFICATE

К настоящему Свидетельству должно прилагаться Описание конструкции и оборудования.
This Certificate shall be supplemented by the Record of Construction and Equipment.

Выдано на основании положений Протокола 1997 года, с Поправками, внесенными Резолюцией МЕРС.176(58) в 2008 году, об изменении Международной конвенции по предотвращению загрязнения с судов 1973 года, измененной Протоколом 1978 года к ней*

Issued under the provisions of the Protocol of 1997 as amended by Resolution МЕРС.176(58) in 2008, to amend the International Convention for Prevention of Pollution from Ships, 1973, as modified by the Protocol of 1978 related thereto*

по уполномочию Правительства Российской Федерации
Russian Federation
(полное название государства)
under the authority of the Government of the Russian Federation
by Russian Maritime Register of Shipping (full designation of the country)

СВЕДЕНИЯ О СУДНЕ
PARTICULARS OF SHIP

Наимено судна Name of ship	Регистрационный номер или буквенный сигнал Distinctive Number or Letters	Номер ИМН IMO Number	Порт регистрации Port of Registry	Валовая вместимость Gross Tonnage
НИКОЛАЙ ТРУБЯТЧИНСКИЙ NIKOLAY TRUBYATCHINSKY	UBIQ6	8705010	Большой порт Санкт-Петербурга Bolshoy port of St.-Peterburg	2762

НАСТОЯЩИМ УДОСТОВЕРЯЕТСЯ:
THIS IS TO CERTIFY:

1. Что судно освидетельствовано в соответствии с пунктом 5 Приложения VI Конвенции.
That the ship has been surveyed in accordance with regulation 5 of Annex VI of the Convention.
2. Что освидетельствование показало, что оборудование, системы, арматура, устройства и материалы полностью соответствуют применимым требованиям Приложения VI к Конвенции.
That the survey shows that the equipment, systems, fittings, arrangements and materials fully comply with the applicable requirements of Annex VI of the Convention.

* Далее - «Конвенция».
Hereinafter referred to as "the Convention".



Программа работ «Создание региональной сети опорных геолого-геофизических профилей с целью изучения геологического строения, структуры и оценки перспектив нефтегазоносности осадочных бассейнов Охотского моря»

Дата завершения освидетельствования, являющегося основанием для выдачи настоящего Свидетельства 15.04.2018
Completion date of the survey on which this Certificate is based (day/month)

Настоящее Свидетельство действительно до* 04.07.2023
This Certificate is valid until*

при условии освидетельствования в соответствии с пунктом 5 Приложения VI к Конвенции.
subject to surveys in accordance with regulation 5 of Annex VI of the Convention.

Выдано в Бременхафен, Германия / Bremerhaven, Germany 15.04.2018
Issued at (место выдачи Свидетельства/place of issue of the Certificate) (day/month/day of issue)

Российский морской регистр судоходства
Russian Maritime Register of Shipping



(подпись, уполномоченного лица, выдавшего Свидетельство)
signature of authorized official issuing the Certificate

№ 18.02051.272

*Внести дату истечения срока действия, установленную Администрацией в соответствии с пунктом 9.1 Приложения VI к Конвенции. День и месяц этой даты соответствуют аналогичной дате, определенной в пункте 2.3 Приложения VI к Конвенции, если не внесены поправки в соответствии с пунктом 9.8 Приложения VI к Конвенции.

Insert the date of expiry as specified by the Administration in accordance with regulation 9.1 of Annex VI of the Convention. The day and the month of this date correspond to the anniversary date as defined in regulation 2.3 of Annex VI of the Convention, unless amended in accordance with regulation 9.8 of Annex VI of the Convention.



Программа работ «Создание региональной сети опорных геолого-геофизических профилей с целью изучения геологического строения, структуры и оценки перспектив нефтегазоносности осадочных бассейнов Охотского моря»

ПОДТВЕРЖДЕНИЕ ЕЖЕГОДНЫХ И ПРОМЕЖУТОЧНОГО ОСВИДЕТЕЛЬСТВОВАНИЙ
ENDORSEMENT FOR ANNUAL AND INTERMEDIATE SURVEYS

НАСТОЯЩИМ УДОСТОВЕРЯЕТСЯ, что при освидетельствовании, требуемом правилом 5 Приложения VI к Конвенции, установлено, что судно отвечает соответствующим положениям Конвенции.

THIS IS TO CERTIFY that at a survey required by regulation 5 of Annex VI of the Convention the ship was found to comply with relevant provisions of the Convention.

Ежегодное освидетельствование:
Annual survey:



Подписано
Signed

(подпись уполномоченного лица)
signature of authorized official

Место
Place

Бригадирский район
Вилкинский, Охотск

Дата
Date

07.04.2014

Ежегодное/промежуточное* освидетельствование:
Annual/intermediate* survey:

Печать или штамп организации
Seal or stamp of the authority,
as appropriate

Подписано
Signed

(подпись уполномоченного лица)
signature of authorized official

Место
Place

Дата
Date

Ежегодное/промежуточное* освидетельствование:
Annual/intermediate* survey:

Печать или штамп организации
Seal or stamp of the authority,
as appropriate

Подписано
Signed

(подпись уполномоченного лица)
signature of authorized official

Место
Place

Дата
Date

Ежегодное освидетельствование:
Annual survey:

Печать или штамп организации
Seal or stamp of the authority,
as appropriate

Подписано
Signed

(подпись уполномоченного лица)
signature of authorized official

Место
Place

Дата
Date

*Настоящее утвердить
Delete as appropriate

PC 2.4.6

18.02051.272

3



Программа работ «Создание региональной сети опорных геолого-геофизических профилей с целью изучения геологического строения, структуры и оценки перспектив нефтегазоносности осадочных бассейнов Охотского моря»

Ежегодное/промежуточное* освидетельствование в соответствии с правилом 9.8.3
Annual/Intermediate* survey in accordance with regulation 9.8.3

Настоящим удостоверяется, что при ежегодном/промежуточном* освидетельствовании в соответствии с правилом 9.8.3 Приложения VI к Конвенции установлено, что судно отвечает соответствующим положениям Конвенции.

This is to certify that at an annual/intermediate* survey in accordance with regulation 9.8.3 of Annex VI of the Convention, the ship was found to comply with the relevant provisions of the Convention.

(Печать или штамп организации Seal or stamp of the authority, as appropriate)	Подписано Signed	<input type="text"/>
	Место Place	<input type="text"/>
	Дата Date	<input type="text"/>

Подтверждение продления Свидетельства, если срок его действия менее 5 лет, в случае применения правила 9.3
Endorsement to extend the Certificate if valid for less than 5 years where regulation 9.3 applies

Судно отвечает соответствующим положениям Конвенции, и настоящее Свидетельство в соответствии с правилом 9.3

The ship complies with the relevant provisions of the Convention, and this Certificate shall, in accordance with regulation 9.3

Приложения VI к Конвенции признается действительным до

(Печать или штамп организации Seal or stamp of the authority, as appropriate)	Подписано Signed	<input type="text"/>
	Место Place	<input type="text"/>
	Дата Date	<input type="text"/>

Подтверждение в случае проведения освидетельствования для возобновления Свидетельства в применении правила 9.4
Endorsement where the renewal survey has been completed and regulation 9.4 applies

Судно отвечает соответствующим положениям Конвенции, и настоящее Свидетельство в соответствии с правилом 9.4

The ship complies with the relevant provisions of the Convention, and this Certificate shall, in accordance with regulation 9.4

Приложения VI к Конвенции признается действительным до

(Печать или штамп организации Seal or stamp of the authority, as appropriate)	Подписано Signed	<input type="text"/>
	Место Place	<input type="text"/>
	Дата Date	<input type="text"/>

*Иллюстрации опустить
Delete as appropriate



Программа работ «Создание региональной сети опорных геолого-геофизических профилей с целью изучения геологического строения, структуры и оценки перспектив нефтегазоносности осадочных бассейнов Охотского моря»

Подтверждение продления срока действия Свидетельства до прибытия в порт освидетельствования или на льготный срок в случае применения правила 9.5 или 9.6
Endorsement to extend the validity of the Certificate until reaching the port of survey or for a period of grace where regulation 9.5 or 9.6 applies

Настоящее Свидетельство в соответствии с правилом 9.5 или 9.6* Приложения VI к Конвенции признается действительным
This Certificate shall, in accordance with regulation 9.5 or 9.6* of Annex VI of the Convention, be accepted as valid

до
until

Подписано
Signed (подпись должным образом уполномоченного лица)
signature of duly authorized official

Место
Place

Дата
Date

(Печать или штамп организации)
Seal or stamp of the authority, as appropriate

Подтверждение переноса ежегодной даты в случае применения правила 9.8
Endorsement for advancement of anniversary date where regulation 9.8 applies

В соответствии с правилом 9.8 Приложения VI к Конвенции новой ежегодной датой является
In accordance with regulation 9.8 of Annex VI of the Convention, the new anniversary date is

Подписано
Signed (подпись должным образом уполномоченного лица)
signature of duly authorized official

Место
Place

Дата
Date

(Печать или штамп организации)
Seal or stamp of the authority, as appropriate

В соответствии с правилом 9.8 Приложения VI к Конвенции новой ежегодной датой является
In accordance with regulation 9.8 of Annex VI of the Convention, the new anniversary date is

Подписано
Signed (подпись должным образом уполномоченного лица)
signature of duly authorized official

Место
Place

Дата
Date

(Печать или штамп организации)
Seal or stamp of the authority, as appropriate

* Иллюстрация отсутствует
Defeat as appropriate

PC 2.4.6

18.02051.272

03/2010



РОССИЙСКИЙ МОРСКОЙ РЕГИСТР СУДОХОДСТВА
RUSSIAN MARITIME REGISTER OF SHIPPING

2.4.23

ДОПОЛНЕНИЕ
К МЕЖДУНАРОДНОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ
О ПРЕДОТВРАЩЕНИИ ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРЫ
(СВИДЕТЕЛЬСТВО IAPP)

SUPPLEMENT
TO THE INTERNATIONAL AIR POLLUTION PREVENTION CERTIFICATE
(IAPP CERTIFICATE)

ОПИСАНИЕ КОНСТРУКЦИИ И ОБОРУДОВАНИЯ
RECORD OF CONSTRUCTION AND EQUIPMENT

Примечания:
Notes:

1. Настоящее Описание должно быть постоянно приложено к Свидетельству IAPP. Свидетельство IAPP должно постоянно находиться на судне.
This Record shall be permanently attached to the IAPP Certificate. The IAPP Certificate shall be available on board the ship at all times.
2. Описание должно быть составлено на английском, французском или испанском языке. Если используется официальный язык страны выдачи, то он должен являться предпочтительным в случае каких-либо споров или разночтений.
The record shall be at least in English, French or Spanish. If an official language of the issuing country is also used, this shall prevail in case of a dispute or discrepancy.
3. Записи в клеточках должны производиться путём проставления знака [x] для ответов «да» и «применяется» или знака [-] для ответов «нет» и «не применяется».
Entries in boxes shall be made by inserting either a cross [x] for the answers "yes" and "applicable" or a dash [-] for the answers "no" and "not applicable" as appropriate.
4. Если не установлено иное, правилами, упомянутыми в настоящем Описании, являются правила Приложения VI к Конвенции, а резолюциями или циркулярами - те, которые приняты Международной морской организацией.
Unless otherwise stated, regulations mentioned in this Record refer to regulations of Annex VI of the Convention and resolutions or circulars refer to those adopted by the International Maritime Organization.

1. СВЕДЕНИЯ О СУДНЕ
PARTICULARS OF SHIP

- 1.1 Название судна НИКОЛАЙ ТРУБЯТЧИНСКИЙ / NIKOLAY TRUBYATCHINSKY
Name of ship
- 1.2 Номер ИМО 8705010
IMO number
- 1.3 Дата закладки киля или дата, на которую судно находилось в подобной стадии постройки 01.02.1987
Date on which keel was laid or ship was at a similar stage of construction
- 1.4 Длина (L)* --- метров
Length (L)* --- metres

18.02045.272

* Заполняется только в отношении судов, построенных 1 января 2016 года или после этой даты и которые специально спроектированы и используются исключительно для целей отдыха и в которых, в соответствии с правилом 13.5.2.1 или правилом 13.5.2.3, не применяется предельное значение NO_x, приведенное в правиле 13.5.1.1.
Completed only in respect of ships constructed on or after 1 January 2016 that are specially designed, and used solely for recreational purposes and to which, in accordance with regulation 13.5.2.1 or regulation 13.5.2.3, the NO_x emission limit as given by regulation 13.5.1.1 will not apply.



**2. КОНТРОЛЬ ВЫБРОСОВ С СУДОВ
CONTROL OF EMISSION FROM SHIPS**

**2.1 Озоноразрушающие вещества (правило 12)
Ozone depleting substances (regulation 12)**

2.1.1 Может быть продолжена эксплуатация следующих систем пожаротушения, других систем и оборудования, содержащих озоноразрушающие вещества, не являющиеся гидрохлорфторуглеродами, которые установлены до 19 мая 2005 года:
The following fire-extinguishing systems, other systems and equipment containing ozone depleting substances, other than hydrochlorofluorocarbons, installed before 19 May 2005 may continue in service:

Система / Оборудование System / Equipment	Место расположения на судне Location on board	Вещество Substance
—	—	—

2.1.2 Может быть продолжена эксплуатация следующих систем, содержащих гидрохлорфторуглероды (ГХФУ), установленных до 1 января 2020 года:
The following systems containing hydrochlorofluorocarbons (HCFCs) installed before 1 January 2020 may continue in service:

Система / Оборудование System / Equipment	Место расположения на судне Location on board	Вещество Substance
Воздушная система для сейсмического аппарата помещения <i>Air conditioning system for seismic instrument room</i>	34 - 39 um / frs 5	R 22



Программа работ «Создание региональной сети опорных геолого-геофизических профилей с целью изучения геологического строения, структуры и оценки перспектив нефтегазоносности осадочных бассейнов Охотского моря»

2.2 Окислы азота (NO_x) (правило 13)
Nitrogen oxides (NO_x) (regulation 13)

2.2.1 Следующие судовые дизельные двигатели, установленные на данном судне, соответствуют требованиям правила 13, как указано ниже:

The following marine diesel engines installed on this ship are in accordance with the requirements of regulation 13, as indicated.

Применимо правило Приложение VI в Конвенции МАРПОЛ (TK = Технический кодекс по NO _x 2008 года) (DC = одобренное средство) Applicable regulations of MARPOL Annex VI (NTC = NO _x Technical Code 2008) (AM = Approved Method)		Двиг. №1 Engine No.1	Двиг. №2 Engine No.2	Двиг. №3 Engine No.3	Двиг. №4 Engine No.4	Двиг. №5 Engine No.5	Двиг. №6 Engine No.6
1	Производитель и модель Manufacturer and model						
2	Серийный номер Serial number						
3	Исполнительные (применимые) установочные (циклы) – ТК 3.2) Use (applicable application cycles) – NTC 3.2)						
4	Номинальная мощность (кВт) (TK 1.3.11) Rated power (kW) (NTC 1.3.11)						
5	Номинальная частота вращения (об/мин) (TK 1.3.12) Rated speed (RPM) (NTC 1.3.12)						
6	Идентичный двигатель, установленный >1/1.2000 и не подпадающий под исключение требований согласно 13.1.1.2 Identical engine installed >1/1.2000 exempted by 13.1.1.2						
7	Дата установки идентичного двигателя (дд.мм.гггг) в соответствии с 13.1.1.2 Identical engine installation date (dd/mm/yyyy) as per 13.1.1.2						
8a	Дополнительные преобразования Additional conversions						
8b	Сд.мм.гггг) Major Conversion						
8c	сисом (dd/mm/yyyy)						
9a	Ярус I Tier I						
9b							
9c							
9d							
9e							
10a	Ярус II Tier II						
10b							
10c							
10d							
10e							
10f							

РС 2.4.23

18.02045.272

3



Применимое правило Приложения VI к Конвенции МАРПОЛ (TK = Технической кодекс по NOx 2008 года) (OC = одобренные средства) (NTC = NOx Technical Code 2008) (AM = Approved Method)			Датт. №1 Engine No.1	Датт. №2 Engine No.2	Датт. №3 Engine No.3	Датт. №4 Engine No.4	Датт. №5 Engine No.5	Датт. №6 Engine No.6
11a	Ярус III (только PEB-NO _x) Tier III (ECA-NO _x only)	13.5.1.1						
11b		13.2.2						
11c		13.2.3.2						
11d		13.7.1.2						
12	OC* AM*	установлено installed						
13		информация недоступна - не даны данные о доступности информации not completely available at the survey						
14		неприменимо not applicable						

2.3 Окислы серы (SO_x) и твердые частицы (правило 14)
Sulphur oxides (SO_x) and particulate matter (regulation 14)

2.3.1 Когда судно эксплуатируется за пределами района контроля выбросов, указанного в правиле 14.3, на нем используется:
When the ship operates outside of an Emission Control Area specified in regulation 14.3, the ship uses:

- 1 жидкое топливо с содержанием серы, как документально подтверждено накладными на поставку бункерного топлива, не превышающим предельной величины:
fuel oil with a sulphur content as documented by bunker delivery notes that does not exceed the limit value of:

4.50% по массе (не применимо с 1 января 2012); или
4.50% m/m (not applicable on or after 1 January 2012); or

--

3.50% по массе (не применимо с 1 января 2020); или
3.50% m/m (not applicable on or after 1 January 2020); or

X

0.50% по массе, и/или
0.50% m/m, and/or

X

- 2 эквивалентные меры, одобренные в соответствии с Правилем 4.1, перечисленные в пункте 2.6 этого документа, по эффективности снижения выбросов SO_x соответствуют использованию топлива с предельными величинами содержания серы:
an equivalent arrangement approved in accordance with regulation 4.1 as listed in 2.6 that is at least as effective in terms of SO_x emission reductions as compared to using a fuel oil with a sulphur content limit value of:

4.50% по массе (не применимо с 1 января 2012); или
4.50% m/m (not applicable on or after 1 January 2012); or

--

3.50% по массе (не применимо с 1 января 2020); или
3.50% m/m (not applicable on or after 1 January 2020); or

--

0.50% по массе
0.50% m/m

--

2.3.2 Когда судно эксплуатируется в районе контроля выбросов, указанном в правиле 14.3, на нем используется:
When the ship operates inside an Emission Control Area specified in regulation 14.3, the ship uses:

- 1 жидкое топливо с содержанием серы, как документально подтверждено накладными на поставку бункерного топлива, не превышающим предельной величины:
fuel oil with a sulphur content as documented by bunker delivery notes that does not exceed the limit value of:

1.00% по массе (не применимо с 1 января 2015); или
1.00% m/m (not applicable on or after 1 January 2015); or

--

0.10% по массе, и/или
0.10% m/m, and/or

X

* См. Руководство 2014 года по процедуре применения одобренных средств (резолюция МЕРС.243(66)).
Refer to the 2014 Guidelines on the approved method process (resolution MЕРС.243(66)).



- 2 эквивалентные меры, одобренные в соответствии с Правилom 4.1, перечисленные в пункте 2.6 этого документа, по эффективности снижения выбросов SO_x соответствующие использованию топлива с предельными величинами содержанием серы:
an equivalent arrangement approved in accordance with regulation 4.1 as listed in 2.6 that is at least as effective in terms of SO_x emission reductions as compared to using a fuel oil with a sulphur content limit value of:
- 1.00% по массе (не применимо с 1 января 2015) ; или
1.00% m/m (not applicable on or after 1 January 2015); or
- 0.10% по массе
0.10% m/m
- 2.4 Летучие органические соединения (ЛОС) (правило 15)
Volatile organic compounds (VOCs) (regulation 15)
- 2.4.1 Танкер имеет систему сбора паров, установленную и одобренную в соответствии с циркуляром MSC/Circ.585
The tanker has a vapour collection system installed and approved in accordance with MSC/Circ.585
- 2.4.2.1 Танкер, перевозящий сырую нефть, имеет на борту одобренный План управления ЛОС
For a tanker carrying crude oil, there is an approved VOC Management Plan
- 2.4.2.2 Номер и дата одобрения Плана управления ЛОС _____
VOC Management Plan approval reference: ---
- 2.5 Сжигание на судне (правило 16)
Shipboard incineration (regulation 16)
- На судне имеется инсинератор:
The ship has an incinerator:
- 1 установленный 1 января 2000 года или после этой даты, который соответствует:
installed on or after 1 January 2000 that complies with:
- 1 резолюции МЕРС.76(40) с поправками*
resolution МЕРС.76(40), as amended*
- 2 резолюции МЕРС.244(66)
resolution МЕРС.244(66)
- 2 установленный до 1 января 2000 года, который соответствует:
installed before 1 January 2000 that complies with:
- 1 резолюции МЕРС.59(33) с поправками**
resolution МЕРС.59(33) as amended**
- 2 резолюции МЕРС.76(40) с поправками*
resolution МЕРС.76(40) as amended*

* С поправками, внесенными резолюцией МЕРС.93(45).
As amended by resolution МЕРС.93(45).

** С поправками, внесенными резолюцией МЕРС.93(45).
As amended by resolution МЕРС.93(45).



Программа работ «Создание региональной сети опорных геолого-геофизических профилей с целью изучения геологического строения, структуры и оценки перспектив нефтегазоносности осадочных бассейнов Охотского моря»

2.6 Эквиваленты (правило 4)
Equivalents (regulation 4)

На судне разрешено применение следующих устройств, материалов, приспособлений или приборов, которые будут установлены на нем, или других процедур, альтернативного жидкого топлива или методов обеспечения соответствия, используемых в качестве альтернативы требуемым настоящим Приложением:

The ship has been allowed to use the following fitting, material, appliances or apparatus to be fitted in a ship or other procedures, alternative fuel oils, or compliance methods used as an alternative to that required by this Annex:

Система/Оборудование System/Equipment	Используемый эквивалент Equivalent used	Номер и дата одобрения Approval reference
---	---	---

НАСТОЯЩИМ УДОСТОВЕРЯЕТСЯ, что данное Описание содержит достоверные во всех отношениях сведения.
THIS IS TO CERTIFY that this Record is correct in all respects.

Выдано в Бремерхафен, Германия Bremerhaven, Germany 15.04.2018
Issued at _____ (место выдачи Описание/Place of issue of the Record) _____ (date/Issued/date of issue)

Российский морской регистр судоходства
Russian Maritime Register of Shipping




(Подпись уполномоченного лица, выдвшего Описание)
(signature of authorized official issuing the Record)

№ 18.02045.272



РОССИЙСКИЙ МОРСКОЙ РЕГИСТР СУДОХОДСТВА
RUSSIAN MARITIME REGISTER OF SHIPPING

2.4.5

МЕЖДУНАРОДНОЕ СВИДЕТЕЛЬСТВО
О ПРЕДОТВРАЩЕНИИ ЗАГРЯЗНЕНИЯ НЕФТЬЮ

INTERNATIONAL OIL POLLUTION PREVENTION CERTIFICATE

К настоящему Свидетельству должны прилагаться Описание конструкции и оборудования
This Certificate shall be supplemented by the Record of Construction and Equipment

Выдано в соответствии с положениями Международной конвенции по предотвращению загрязнения с судов 1973 г., измененной Протоколом 1978 года к ней, с поправками (далее — "Конвенция"),

по указанию Правительства Российской Федерации
Russian Maritime Register of Shipping (название государства)

Issued under the provisions of the International Convention for the Prevention of Pollution from Ships, 1973, as modified by the Protocol of 1978 relating thereto, as amended (hereinafter referred to as "the Convention")

under the authority of the Government of the Russian Federation
by Russian Maritime Register of Shipping (name of the State)

СВЕДЕНИЯ О СУДНЕ
PARTICULARS OF SHIP

Название судна Name of Ship	Регистральный номер или позывной сигнал Distinctive Number or Letters	Порт приписки Port of Registry	Валовая вместо- мость Gross Tonnage	Дедвейт судна* (tonnage) Deadweight of Ship* (tonn)	Номер IMO IMO Number
НИКОЛАЙ ТРУБЧАТЧИНСКИЙ NIKOLAY TRUBYATCHINSKY	UBIQ6	Балтийский порт Санкт-Петербурга Baltic port of St. Petersburg	2762	---	8705010

Тип судна
Type of ship

- ** { нефтеналивное судно для перевозки нефти
oil tanker
судно, не являющееся нефтеналивным судном, с грузовыми танками, подпадающим под действие
правила 2.2-Приложения I к Конвенции
ship other than an oil tanker with cargo tanks coming under regulation 2.2 of Annex I of the Convention
судно, не являющееся ни одним из перечисленных выше
ship other than any of the above

НАСТОЯЩИМ УДОСТОВЕРЯЕТСЯ:
THIS IS TO CERTIFY:

1. Что судно освидетельствовано в соответствии с правилом 6 Приложения I к Конвенции.
That the ship has been surveyed in accordance with regulation 6 of Annex I of the Convention.
2. Что освидетельствованием установлено, что конструкция, оборудование, системы, арматура, устройства и материалы судна и их состояние во всех отношениях удовлетворительны, и также что судно отвечает применимым к нему требованиям Приложения I к Конвенции.
That the survey shows that the structure, equipment, systems, fittings, arrangements and material of the ship and the condition thereof are in all respects satisfactory and that the ship complies with the applicable requirements of Annex I of the Convention.

* Для нефтеналивных судов для перевозки нефти
For oil tankers.

** Нужно зачеркнуть.
Delete as appropriate.



Программа работ «Создание региональной сети опорных геолого-геофизических профилей с целью изучения геологического строения, структуры и оценки перспектив нефтегазоносности осадочных бассейнов Охотского моря»

Настоящее Свидетельство действительно до *** 04.07.2023 при условии проведения
This Certificate is valid until*** _____ subject to surveys in accordance
освидетельствований в соответствии с правилом 6 Приложения I к Конвенции.
with regulation 6 of Annex I of the Convention.

Дата завершения освидетельствования, являющегося основанием для выдачи настоящего Свидетельства
Completion date of the survey on which this Certificate is based **15.04.2018**
(date)
(date)

Выдано в **Бремерхафен, Германия**
Issued at **Bremerhaven, Germany**
(место выдачи Свидетельства)
(place of issue of Certificate)

15.04.2018
(дата выдачи)
(date of issue)

Российский морской регистр судоходства
Russian Maritime Register of Shipping

Печать для публичного пользования,
выдающей Свидетельство
Seal or stamp of the issuing authority.

(подпись уполномоченного лица, выдающего Свидетельство)
signature of authorized official issuing the Certificate

№ **18.02050.272**

*** Внести дату истечения срока действия, установленную Администрацией в соответствии с Правилом 10.1 Приложения I Конвенции. День и месяц этой даты соответствуют ежегодной дате, определенной Правилем 1.27 Приложения I к Конвенции, если не востановлен в соответствии с Правилем 10.8 Приложения I к Конвенции.
Insert the date of expiry as specified by the Administration in accordance with regulation 10.1 of Annex I of the Convention. The day and the month of this date correspond to the anniversary date as defined in regulation 1.27 of Annex I of the Convention, unless amended in accordance with regulation 10.8 of Annex I of the Convention.



Программа работ «Создание региональной сети опорных геолого-геофизических профилей с целью изучения геологического строения, структуры и оценки перспектив нефтегазоносности осадочных бассейнов Охотского моря»

ПОДТВЕРЖДЕНИЕ ЕЖЕГОДНЫХ И ПРОМЕЖУТОЧНЫХ ОСВИДЕТЕЛЬСТВОВАНИЙ
ENDORSEMENT FOR ANNUAL AND INTERMEDIATE SURVEYS

Настоящим удостоверяется, что при освидетельствовании, требуемом параграфом 6 Приложения I к Конвенции, установлено, что судно отвечает соответствующим положениям Конвенции.

This is to certify that, at a survey required by regulation 6 of Annex I of the Convention, the ship was found to comply with the relevant provisions of the Convention.

Ежегодное освидетельствование:
Annual survey:



Печать или штамп организации
Seal or stamp of the authority,
as appropriate

Подписано
Signed

(подпись уполномоченного лица)
signature of authorized official

Место
Place

Брестская область, г. Брест
Belarus

Дата
Date

07.04.2019

Ежегодное/промежуточное* освидетельствование:
Annual/intermediate* survey:

Печать или штамп организации
Seal or stamp of the authority,
as appropriate

Подписано
Signed

(подпись уполномоченного лица)
signature of authorized official

Место
Place

Дата
Date

Ежегодное/промежуточное* освидетельствование:
Annual/intermediate* survey:

Печать или штамп организации
Seal or stamp of the authority,
as appropriate

Подписано
Signed

(подпись уполномоченного лица)
signature of authorized official

Место
Place

Дата
Date

Ежегодное освидетельствование:
Annual survey:

Печать или штамп организации
Seal or stamp of the authority,
as appropriate

Подписано
Signed

(подпись уполномоченного лица)
signature of authorized official

Место
Place

Дата
Date

* Не нужно заверять.
Delete as appropriate.

PC 2.4.5

18.02050.272

3



Ежегодное/промежуточное освидетельствование в соответствии с правилом 10.8.3
Annual/intermediate survey in accordance with regulation 10.8.3

Настоящим удостоверяется, что при ежегодном/промежуточном* освидетельствовании в соответствии с правилом 10.8.3 Приложения I Конвенции установлено, что судно отвечает соответствующим требованиям Конвенции.

This is to certify that an annual/intermediate* survey in accordance with regulation 10.8.3 of Annex I of the Convention, the ship was found to comply with the relevant requirements of the Convention.

	Подписано Signed	(подпись уполномоченного лица) (signature of authorized official)
	Место Place	
Печать или штамп организации Seal or stamp of the authority, as appropriate	Дата Date	

Подтверждение продления Свидетельства,
если срок его действия менее 5 лет, в случае применения правила 10.3
Endorsement to extend the Certificate
if valid for less than 5 years where regulation 10.3 applies

Судно отвечает соответствующим положениям Конвенции, и настоящее Свидетельство в соответствии с правилом 10.3 Приложения I Конвенции признается действительным до

The ship complies with the relevant provisions of the Convention, and this Certificate shall, in accordance with regulation 10.3 of Annex I of the Convention, be accepted as valid until

	Подписано Signed	(подпись уполномоченного лица) (signature of authorized official)
	Место Place	
Печать или штамп организации Seal or stamp of the authority, as appropriate	Дата Date	

Подтверждение в случае проведения освидетельствования
для возобновления Свидетельства и применения правила 10.4
Endorsement where the renewal survey
has been completed and regulation 10.4 applies

Судно отвечает соответствующим положениям Конвенции, и настоящее Свидетельство в соответствии с правилом 10.4 Приложения I Конвенции признается действительным до

The ship complies with the relevant provisions of the Convention, and this Certificate shall, in accordance with regulation 10.4 of Annex I of the Convention, be accepted as valid until

	Подписано Signed	(подпись уполномоченного лица) (signature of authorized official)
	Место Place	
Печать или штамп организации Seal or stamp of the authority, as appropriate	Дата Date	

* Исправное зачеркнуть.
Delete as appropriate.



Программа работ «Создание региональной сети опорных геолого-геофизических профилей с целью изучения геологического строения, структуры и оценки перспектив нефтегазоносности осадочных бассейнов Охотского моря»

Подтверждение продления срока действия Свидетельства до прибытия в порт освидетельствования или на льготный срок в случае применения правила 10.5 или 10.6
Endorsement to extend the validity of the Certificate until reaching the port of survey or for a period of grace where regulation 10.5 or 10.6 applies

Настоящее Свидетельство в соответствии с правилом 10.5 или 10.6* Приложения I к Конвенции признается действительным
This Certificate shall, in accordance with regulation 10.5 or 10.6* of Annex I of the Convention, be accepted as valid until

Подписано
Signed (подпись уполномоченного лица)
Место
Place
Дата
Date
Печать или штамп организации
Seal or stamp of the authority, as appropriate

Подтверждение переноса ежегодной даты в случае применения правила 10.8
Endorsement for advancement of anniversary date where regulation 10.8 applies

В соответствии с правилом 10.8 Приложения I к Конвенции новой ежегодной датой является
In accordance with regulation 10.8 of Annex I of the Convention, the new anniversary date is

Подписано
Signed (подпись уполномоченного лица)
Место
Place
Дата
Date
Печать или штамп организации
Seal or stamp of the authority, as appropriate

В соответствии с правилом 10.8 Приложения I к Конвенции новой ежегодной датой является
In accordance with regulation 10.8 of Annex I of the Convention, the new anniversary date is

Подписано
Signed (подпись уполномоченного лица)
Место
Place
Дата
Date
Печать или штамп организации
Seal or stamp of the authority, as appropriate

* Не нужно удалять.
Delete as appropriate.

PC 245

18.02050.272

01/2015



РОССИЙСКИЙ МОРСКОЙ РЕГИСТР СУДОХОДСТВА
RUSSIAN MARITIME REGISTER OF SHIPPING

2.4.20

(Форма А)
Form

ДОПОЛНЕНИЕ
К МЕЖДУНАРОДНОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ
О ПРЕДОТВРАЩЕНИИ ЗАГРЯЗНЕНИЯ НЕФТЬЮ
(СВИДЕТЕЛЬСТВО ИОРП)

SUPPLEMENT
TO THE INTERNATIONAL OIL POLLUTION PREVENTION CERTIFICATE
(IOPP CERTIFICATE)

ОПИСАНИЕ КОНСТРУКЦИИ И ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ СУДОВ,
НЕ ЯВЛЯЮЩИХСЯ НЕФТЕНАЛИВНЫМИ СУДАМИ

RECORD OF CONSTRUCTION AND EQUIPMENT
FOR SHIPS OTHER THAN OIL TANKERS

В отношении положений Приложения I к Международной конвенции по предотвращению загрязнения с судов 1973 года, измененной Протоколом 1978 года к ней, с Поправками (далее — "Конвенция").

In respect of the provisions of Annex I to the International Convention for the Prevention of Pollution from Ships, 1973, as modified by the Protocol of 1978 relating thereto, as amended (hereinafter referred to as "the Convention").

Примечания:

Notes:

1. Эта форма должна выдаваться судам третьего типа, классифицированным в Международном свидетельстве о предотвращении загрязнения нефтью, т.е. «судам, не являющимся ни одним из перечисленных выше». Нефтеналивным судам и судам, не являющимся нефтеналивными судами, с грузовыми танками, подпадающими под действие правила 2.2 Приложения I к Конвенции, выдается форма B.
This form is to be used for the third type of ships as categorized in the IOPP Certificate, i. e. "ships other than any of the above". For oil tankers and ships other than oil tankers with cargo tanks coming under regulation 2.2 of Annex I to the Convention Form B shall be used.
2. Настоящее Описание должно быть постоянно приложено к Международному свидетельству о предотвращении загрязнения нефтью, которое всегда должно находиться на борту судна.
This Record shall be permanently attached to the IOPP Certificate. The IOPP Certificate shall be available on board the ship at all times.
3. Если языком оригинала Описание не является английской, французской или испанской язык, то текст должен включать перевод на один из этих языков.
If the language of the original Record is neither English nor French nor Spanish, the text shall include a translation into one of these languages.
4. Записи в клеточках должны производиться путём проставления знака «х» для ответов «да» и «применяется» или знака «—» для ответов «нет» и «не применяется».
Entries in boxes shall be made by inserting either a cross "x" for the answers "yes" and "applicable" or a dash "—" for the answers "no" and "not applicable" as appropriate.
5. Правила, упомянутые в настоящем Описании, являются правилами Приложения I к Конвенции, а резолюции — резолюции, принятые Международной морской организацией.
Regulations mentioned in this Record are regulations of Annex I to the Convention and resolutions are those adopted by the International Maritime Organization.

18.02044.272



A

**1. СВЕДЕНИЯ О СУДНЕ
PARTICULARS OF SHIP**

1.1 Название судна
Name of ship НИКОЛАЙ ТРУБЯТЧИНСКИЙ
NIKOLAY TRUBYATCHINSKY

1.2 Регистрационный номер или позывной сигнал
Distinctive number or letters UBIQ6

1.3 Порт приписки
Port of registry Большой порт Санкт-Петербурга
Volzhny port of St. Petersburg

1.4 Валовая вместимость
Gross tonnage 2762

1.5 Дата постройки:
Date of build: _____

1.5.1 Дата контракта на постройку _____
Date of contract for construction

1.5.2 Дата закладки келья или дата, на которую судно находилось в подобной стадии постройки 01.02.1987
Date on which keel was laid or ship was at a similar stage of construction

1.5.3 Дата поставки 01.02.1988
Date of delivery

1.6 Значительное переоборудование (если применено):
Major conversion (if applicable):

1.6.1 Дата контракта на переоборудование _____
Date of contract for conversion

1.6.2 Дата начала переоборудования _____
Date on which conversion was commenced

1.6.3 Дата окончания переоборудования _____
Date of conversion completion

1.7 Судно признано Администрацией "судном, поставленным 31 декабря 1979 года или до этой даты" в соответствии с правилом 1.28.1 в силу непредвиденной задержки поставки
The ship has been accepted by the Administration as a "ship delivered on or before 31 December 1979" under regulation 1.28.1 due to unforeseen delay in delivery

2A.1 Судно должно быть построено в соответствии с правилом 12A и отвечает требованиям:
The ship is required to be constructed according to regulation 12A and complies with the requirements of:

 пункта 6 и либо 7, либо 8 (конструкция с двойным дном и двойными бортами)
 paragraphs 6 and either 7 or 8 (double hull construction)

 пункта 11 (показатели аварийного разлива жидкого топлива)
 paragraph 11 (accidental fuel oil outflow performance)

2A.2 Судно не должно отвечать требованиям правила 12A
The ship is not required to comply with the requirements of regulation 12A

**2. ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ СБРОСОМ НЕФТИ ИЗ ЛЬЯЛ МАШИННЫХ ПОМЕЩЕНИЙ И ТОПЛИВНЫХ ТАНКОВ (ПРАВИЛА 14 И 16)
EQUIPMENT FOR THE CONTROL OF OIL DISCHARGE FROM MACHINERY SPACE BILGES AND FUEL OIL TANKS (REGULATIONS 14 AND 16)**

2.1 Перевозка водного балласта в топливных танках:
Carriage of ballast water in fuel oil tanks:

2.1.1 В обычных условиях судно может перевозить водной балласт в топливных танках
The ship may under normal conditions carry ballast water in fuel oil tanks

2.2 Тип установленного фильтрующего оборудования:
Type of oil filtering equipment fitted:

2.2.1 Фильтрующее оборудование (15 мкм³) (правило 14.6)
Oil filtering (15 ppm) equipment (regulation 14.6)



		A
2.2.2	Фильтрующее оборудование (на 15 м ³) с сигнализатором и устройством, обеспечивающим автоматическое прекращение сброса (правило 14.7) Oil filtering (15 ppm) equipment with alarm and automatic stopping device (regulation 14.7)	<input checked="" type="checkbox"/>
2.3	Нормативы одобрения: Approval standards:	
2.3.1	Сепарационное или фильтрующее оборудование: The separating/filtering equipment:	
1	одобрено в соответствии с резолюцией А.393(X) has been approved in accordance with resolution A.393(X)	<input type="checkbox"/>
2	одобрено в соответствии с резолюцией МЕРС.60(33) has been approved in accordance with resolution МЕРС.60(33)	<input type="checkbox"/>
3	одобрено в соответствии с резолюцией МЕРС.107(49) has been approved in accordance with resolution МЕРС.107(49)	<input checked="" type="checkbox"/>
4	одобрено в соответствии с резолюцией А. 233(VII) has been approved in accordance with resolution A. 233(VII)	<input type="checkbox"/>
5	одобрено в соответствии с национальными нормами, не основанными на резолюции А.393(X) или А.233(VII) has been approved in accordance with national standards not based upon resolution A. 393(X) or A. 233(VII)	<input type="checkbox"/>
6	не одобрено has not been approved	<input type="checkbox"/>
2.3.2	Двочленная приставка одобрена в соответствии с резолюцией А.444(XI) The process unit has been approved in accordance with resolution A.444(XI)	<input type="checkbox"/>
2.3.3	Прибор для измерения содержания нефти: The oil content meter:	
1	одобрен в соответствии с резолюцией А.393(X) has been approved in accordance with resolution A.393(X)	<input type="checkbox"/>
2	одобрен в соответствии с резолюцией МЕРС.60(33) has been approved in accordance with resolution МЕРС.60(33)	<input type="checkbox"/>
3	одобрен в соответствии с резолюцией МЕРС.107(49) has been approved in accordance with resolution МЕРС.107(49)	<input checked="" type="checkbox"/>
2.4	Максимальная пропускная способность системы _____ 1,0 _____ м ³ /ч Maximum throughput of the system is _____ m ³ /h	
2.5	Исключение из правила 14: Waiver of regulation 14:	
2.5.1	Требования правила 14.1 или 14.2 не применяются к судну в соответствии с правилом 14.5 The requirements of regulations 14.1 or 14.2 are waived in respect of the ship in accordance with regulation 14.5	
2.5.1.1	Судно занято исключительно в рейсах в пределах особого района (особых районов): The ship is engaged exclusively on voyages within special area(s):	<input type="checkbox"/>
2.5.1.2	Судно имеет свидетельство в соответствии с Международным кодексом безопасности высокоскоростных судов и занято на регулярных маршрутах с общей продолжительностью рейса, не превышающей 24 часа The ship is certified under the International Code of Safety for High-Speed Craft and engaged on a scheduled service with a turnaround time not exceeding 24 hours	<input type="checkbox"/>



A

2.5.2. Судно оборудовано сборным танком (сборными танками) для полного сохранения на борту всех нефтесодержащих льяльных вод:

The ship is fitted with holding tank(s) for the total retention on board of all oily bilge water as follows:

Обозначение танка Tank identification	Расположение танка Tank location		Вместимость (м ³) Volume (m ³)
	Шпангоуты (от) - (до) Frames (from) - (to)	Поперечное положение Lateral position	
---	---	---	
Общая вместимость: Total volume:			_____ м ³ _____ м ³

**3. СРЕДСТВА ДЛЯ СОХРАНЕНИЯ НА БОРТУ И УДАЛЕНИЯ НЕФТЯНЫХ ОСТАТКОВ (ШЛАМА) (ПРАВИЛО 12) И СБОРНЫЕ ТАНКИ ДЛЯ НЕФТЕСОДЕРЖАЩИХ ЛЬЯЛЬНЫХ ВОД*
MEANS FOR RETENTION AND DISPOSAL OF OIL RESIDUES (SLUDGE) (REGULATION 12) AND OILY BILGE WATER HOLDING TANK(S)***

3.1 Судно оборудовано следующими танками нефтяных остатков (шлама) для сохранения на борту нефтяных остатков (шлама):
The ship is provided with oil residue (sludge) tanks for retention of oil residues (sludge) on board as follows:

Обозначение танка Tank identification	Расположение танка Tank location		Вместимость (м ³) Volume (m ³)
	Шпангоуты (от) - (до) Frames (from) - (to)	Поперечное положение Lateral position	
Танк шлама No.15 Sludge tank No.15	29 - 31	P	4.93
Танк шлама No.16 Sludge tank No.16	26 - 29	S	7.19
Танк грязного масла No.25 Dirty oil tank No.25	33 - 37	S	4.20
Танк осадков ингибитора No.30 Inhibitor sludge tank No.30	54 - 56	P	1.00
Сборный танк шлама No.31 Sludge settling tank No.31	28 - 30	P	2.00
Общая вместимость: Total volume:			_____ м ³ _____ м ³ 19.32

*Сборные танки нефтесодержащих льяльных вод Конвенцией не требуются, если судно оборудовано такими танками, они должны быть перечислены в таблице 3.3.
Oily bilge water holding tank(s) are not required by the Convention; if such tank(s) are provided they shall be listed in Table 3.3.



A

- 3.2 Средства для удаления нефтяных остатков (шлама), сохранившихся в танках для нефтяных остатков (шлама);
Means for the disposal of oil residues (sludge) retained in oil residue (sludge) tanks:
- 3.2.1 Инциператор для нефтяных остатков (шлама) 465 кВт/кВт --
Incinerator for oil residues (sludge)
- 3.2.2 Вспомогательный котёл, приспособленный для сжигания нефтяных остатков (шлама)
Auxiliary boiler suitable for burning oil residues (sludge) --
- 3.2.3 Другие приемлемые средства, указать какие X
Other acceptable means, state which
- Сдача в приемные сооружения.*
Discharge to reception facilities

- 3.3 Судно оборудовано следующим(и) сборным(и) танком(танками) для сохранения на борту нефтесодержащих льдильных вод:
The ship is provided with holding tank(s) for the retention on board of oily bilge water as follows:

Обозначение танка Tank identification	Расположение танка Tank location		Емкость (м ³) Volume (m ³)
	Шпангоуты (от) - (до) Frames (from) - (to)	Поперечное положение Lateral position	
Сборный танк льдильных вод No.28 Bilge water holding tank No.28	6 - 18	P	28,61
Сборный танк льдильных вод No.28 Bilge water holding tank No.28	6 - 18	S	28,61
Общая емкость: Total volume:			<u>57,22</u> м ³ m ³

4. СТАНДАРТНОЕ СЛИВНОЕ СОЕДИНЕНИЕ (ПРАВИЛО 13)
STANDARD DISCHARGE CONNECTION (REGULATION 13)

- 4.1 Судно оборудовано трубопроводом для сброса из льда машинных помещений и нефтяных остатков (шлама) в приемные сооружения, снабженным стандартным сливным соединением в соответствии с правилом 13.
The ship is provided with a pipeline for the discharge of residues from machinery bilges and sludges to reception facilities fitted with a standard discharge connection in accordance with regulation 13. X

5. СУДОВОЙ ПЛАН ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ МЕР ПО БОРЬБЕ С ЗАГРЯЗНЕНИЕМ НЕФТЬЮ (ПРАВИЛО 37)
SHIPBOARD OIL POLLUTION EMERGENCY PLAN (REGULATION 37)

- 5.1 На судне имеется судовой план чрезвычайных мер по борьбе с загрязнением нефтью в соответствии с правилом 37.
The ship is provided with a shipboard oil pollution emergency plan in accordance with regulation 37. X
- 5.2 На судне имеется судовой план чрезвычайных мер по борьбе с загрязнением моря, в соответствии с правилом 37.3.
The ship is provided with shipboard marine pollution emergency plan in accordance with regulation 37.3. --



A

**6. ИЗЪЯТИЯ
EXEMPTIONS**

6.1 Освобождение от выполнения требований Главы 3 Приложения I к Конвенции, указанных в пп. _____

_____ настоящего Описания, допущено Администрацией в соответствии с правилом 3.1
Exemptions have been granted by the Administration from the requirements of Chapter 3 to Annex I to the Convention in accordance with regulation 3.1 on these items listed under paragraphs _____



_____ of this Record

**7. ЭКВИВАЛЕНТНЫЕ ЗАМЕНЫ (ПРАВИЛО 5)
EQUIVALENTS (REGULATION 5)**

7.1 Эквивалентные замены одобрены Администрацией для определенных требований Приложения I к Конвенции, перечисленных в пп. _____

_____ настоящего Описания
Equivalents have been approved by the Administration for certain requirements of Annex I to the Convention items listed under paragraphs _____



_____ of this Record

**8. СООТВЕТСТВИЕ ЧАСТИ II-A ГЛАВЫ 1 ПОЛЯРНОГО КОДЕКСА
COMPLIANCE WITH PART II-A – CHAPTER 1 OF THE POLAR CODE**

8.1 Судно соответствует дополнительным требованиям положений в отношении окружающей среды Вступления и раздела 1.2 главы 1 части II-A Polarного кодекса
The ship is in compliance with additional requirements in the environment-related provisions of the Introduction and section 1.2 of chapter 1 of part II-A of the Polar Code



**НАСТОЯЩИМ УДОСТОВЕРЯЕТСЯ, что данное Описание содержит достоверные во всех отношениях сведения.
THIS IS TO CERTIFY that this Record is correct in all respects.**

Выдано в
Issued at
**Бремерхафен, Германия
Bremerhaven, Germany**
(место выдачи)
(place of issue)

15.04.2018

(дата выдачи)
(date of issue)

Российский морской регистр судоходства
Russian Maritime Register of Shipping

(подпись уполномоченного лица)
(signature of authorized official)



№ 18.02044.272

04/2016

PC 2.4.20



РОССИЙСКИЙ МОРСКОЙ РЕГИСТР СУДОХОДСТВА
RUSSIAN MARITIME REGISTER OF SHIPPING

2.4.9

МЕЖДУНАРОДНОЕ СВИДЕТЕЛЬСТВО
О ПРЕДОТВРАЩЕНИИ ЗАГРЯЗНЕНИЯ
СТОЧНЫМИ ВОДАМИ
INTERNATIONAL SEWAGE POLLUTION
PREVENTION CERTIFICATE

Выдано в соответствии с положением Международной конвенции по предотвращению загрязнения с судов 1973 года, измененной Протоколом 1978 года к ней и резолюциями МЕРС.115(51) и МЕРС.200(62) (далее именуемой «Конвенцией»), по уполномочию

Правительства Российской Федерации
Российским морским регистром судоходства (полное официальное название страны)

Issued under the provisions of the International Convention for the Prevention of Pollution from Ships, 1973 as modified by the Protocol of 1978 relating thereto, and as amended by resolutions MEPC.115(51) and MEPC.200(62), (hereinafter referred to as «the Convention») under the authority of the

Government of the Russian Federation
by Russian Maritime Register of Shipping (full designation of the country)

СВЕДЕНИЯ О СУДНЕ
PARTICULARS OF SHIP

Название судна Name of ship	Регистрационный номер или отличительный сигнал Distinctive number of letters	Порт приписки Port of registry	Число людей, допускаемое к перевозке на судне Number of persons which the ship is certified to carry	Висковая вместимость Gross tonnage	Номер IMO IMO number
НИКОЛАЙ ТРУБЯТЧИНСКИЙ NIKOLAY TRUBYATCHINSKY	UBIQ6	<i>Большой порт Санкт-Петербурга</i> <i>Belbhey port of St.-Petersburg</i>	45	2762	8705010

Новое/существующее* судно
New/existing* ship

Тип судна для применения правила 11.3:
Type of ship for the application of regulation 11.3:

*Новое/существующее пассажирское судно
*New/Existing passenger ship

*Судно иное, чем пассажирское судно
*Ship other than a passenger ship

Дата закладки киля или дата, на которую судно находилось в подобной стадии постройки, или, если это применимо, дата, на которую начались работы по преобразованию или изменению, или модификации существенного характера

Date on which keel was laid or ship was at a similar stage of construction or, where applicable, date on which work for a conversion or an alteration or modification of a major character was commenced

01.02.1987

18.02052.272

* Не нужно завершать.
Delete as appropriate.



**НАСТОЯЩИМ УДОСТОВЕРЯЕТСЯ ЧТО:
THIS IS TO CERTIFY THAT:**

1. Судно оборудовано:
The ship is equipped with:

- установкой для обработки сточных вод
sewage treatment plant
- измельчителем
comminator
- сборным танком
holding tank
- стивным трубопроводом
discharge pipeline

в соответствии с правилами 9 и 10 Приложения IV к Конвенции:
in accordance with regulations 9 and 10 of Annex IV to the Convention as follows:

1.1 Описание установки для обработки сточных вод:
Description of the sewage treatment plant:

Тип установки для обработки сточных вод _____ *Type II, Model ORCA HA-24* _____
Type of sewage treatment plant

Изготовитель _____ *Marine Sanitation Device - Type II, Environvac Inc* _____
Name of manufacturer

*Установка для обработки сточных вод освидетельствована Администрацией на соответствие стандарту сброса как предусмотрено в резолюции МЕРС.2(VI).
The sewage treatment plant is certified by the Administration to meet the effluent standards as provided for in resolution МЕРС.2(VI).

*Установка для обработки сточных вод освидетельствована Администрацией на соответствие стандарту сброса как предусмотрено в резолюции МЕРС.159(55).
The sewage treatment plant is certified by the Administration to meet the effluent standards as provided for in resolution МЕРС.159(55).

Установка для обработки сточных вод освидетельствована Администрацией на соответствие стандартам сброса, как предусмотрено в Руководстве по осуществлению стандартов сброса и применению рабочих-испытаний установок для обработки сточных вод, принятом резолюцией МЕРС.227(64) с поправками, включая/исключая стандарты, указанные в разделе 4.2.
The sewage treatment plant is certified by the Administration to meet the effluent standards as provided for in the Guidelines on implementation of effluent standards and performance test for sewage treatment plants, adopted by resolution МЕРС.227(64), as amended, including/excluding* the standards of section 4.2 thereof.

1.2 Описание измельчителя:
Description of comminutor:

Тип _____
Type

Изготовитель _____
Manufacturer

Качество сточных вод после обеззараживания _____
Standard of sewage after disinfection

1.3 Описание сборных танков:
Description of holding tank equipment:

Общая вместимость сборных танков _____ $99,69$ _____ m^3
Total capacity of the holding tanks _____ m^3

Место расположения:
Location:

*Танк форники 82 - 91 шп. и tank No. 21 (76 - 78 шп.), ЛБ
Fore Peak Tank (frs. 82 - 91) and Tank No. 21 (frs. 76 - 78) P*

* Исправное значение.
Delete as appropriate.



Программа работ «Создание региональной сети опорных геолого-геофизических профилей с целью изучения геологического строения, структуры и оценки перспектив нефтегазоносности осадочных бассейнов Охотского моря»

- 1.4 Трубопровод для сдачи сточных вод в приемные сооружения снабжен стандартным сливным соединением.
A pipeline for the discharge of sewage to reception facilities is fitted with a standard discharge connection.
2. Судно освидетельствовано в соответствии с правилом 4 Приложения IV к Конвенции.
That the ship has been surveyed in accordance with regulation 4 of Annex IV to the Convention.
3. Освидетельствованием установлено, что конструкция, оборудование, системы, устройства, приспособления и материалы судна и его состояние во всех отношениях удовлетворительны, а также что судно отвечает применимым к нему требованиям Приложения IV к Конвенции.
Survey shows that the structure, equipment, systems, fittings, arrangements and materials of the ship and the condition thereof are in all respects satisfactory and the ship complies with the applicable requirements of Annex IV to the Convention.

Настоящее Свидетельство действительно до**
The Certificate is valid until**

04.07.2023

(date)

при условии проведения освидетельствования в соответствии с правилом 4 Приложения IV к Конвенции.
subject to surveys in accordance with regulation 4 of Annex IV to the Convention.

Свидетельство выдано в порту
The Certificate is issued at the port of

Бремерхафен, Германия
Bremerhaven, Germany

Дата
Date

15.04.2018

Дата завершения освидетельствования, являющегося основанием для выдачи настоящего Свидетельства
Completion date of the survey on which this Certificate is based

15.04.2018

(date)



Российский морской регистр судоходства
Russian Maritime Register of Shipping


(подпись должным образом уполномоченного лица/Signature of duly authorized official issuing the Certificate)

№ **18.02052.272**

** Указать дату истечения срока действия, установленную Администрацией в соответствии с правилом 8.1 Приложения IV к Конвенции. День и месяц этой даты соответствуют ежегодной дате, как она определена в правиле 1.8 приложения IV к Конвенции.
Insert the date of expiry as specified by the Administration in accordance with regulation 8.1 of Annex IV of the Convention. The day and the month of this date correspond to the anniversary date as defined in regulation 1.8 of Annex IV of the Convention.



Подтверждение продления Свидетельства, если оно действительно в течение менее 5 лет, в случае применения правила 8.3
Endorsement to extend the Certificate if valid for less than 5 years where regulation 8.3 applies

Судно отвечает соответствующим положениям Конвенции, и настоящее Свидетельство в соответствии с правилом 8.3 Приложения IV
The ship complies with the relevant provisions of the Convention, and this Certificate shall, in accordance with regulation 8.3 of Annex IV

к Конвенции считается действительным до
to the Convention, be accepted as valid until

Российский морской регистр судоходства
Russian Maritime Register of Shipping

М.П.
L.S.

Подписано
Signed

Место
Place

Дата
Date

Подтверждение продления Свидетельства в случае завершения освидетельствования для возобновления Свидетельства и применения правила 8.4
Endorsement where the renewal survey has been completed and regulation 8.4 applies

Судно отвечает соответствующим положениям Конвенции, и настоящее Свидетельство в соответствии с правилом 8.4 Приложения IV
The ship complies with the relevant provisions of the Convention and the Certificate, in accordance with regulation 8.4 of Annex IV

к Конвенции считается действительным до
to the Convention, shall be accepted as valid until

Российский морской регистр судоходства
Russian Maritime Register of Shipping

М.П.
L.S.

Подписано
Signed

Место
Place

Дата
Date

Подтверждение продления Свидетельства до прибытия в порт освидетельствования или на льготный период, в случае применения правила 8.5 или 8.6
Endorsement to extend the Certificate until reaching the port of survey or for a period of grace where regulation 8.5 or 8.6 applies

Настоящее Свидетельство в соответствии с правилом 8.5 или 8.6* Приложения IV к Конвенции считается действительным
The Certificate, in accordance with regulation 8.5 or 8.6* of Annex IV to the Convention, shall be accepted as valid

до
until

Российский морской регистр судоходства
Russian Maritime Register of Shipping

М.П.
L.S.

Подписано
Signed

Место
Place

Дата
Date

* Неупомянуты завершить,
Delete as appropriate.



РОССИЙСКИЙ МОРСКОЙ РЕГИСТР СУДОХОДСТВА
RUSSIAN MARITIME REGISTER OF SHIPPING

2.4.15

СВИДЕТЕЛЬСТВО
О СООТВЕТСТВИИ ОБОРУДОВАНИЯ И УСТРОЙСТВ СУДНА
ТРЕБОВАНИЯМ ПРИЛОЖЕНИЯ V К МЕЖДУНАРОДНОЙ КОНВЕНЦИИ
ПО ПРЕДОТВРАЩЕНИЮ ЗАГРЯЗНЕНИЯ С СУДОВ 1973 г.,
ИЗМЕНЕННОЙ ПРОТОКОЛОМ 1978 г. К НЕЙ (КОНВЕНЦИЯ МАРПОЛ 73/78).

CERTIFICATE
OF COMPLIANCE OF EQUIPMENT AND ARRANGEMENTS OF THE SHIP
WITH THE REQUIREMENTS OF ANNEX V TO THE INTERNATIONAL
CONVENTION FOR THE PREVENTION OF POLLUTION FROM SHIPS, 1973,
AS MODIFIED BY THE PROTOCOL OF 1978 RELATING THERETO
(MARPOL 73/78)

Выдано по заявке судовладельца для подтверждения выполнения требований Приложения V к Конвенции МАРПОЛ 73/78 с поправками и резолюции МЕРС.201(62)
Issued at the request of the owner for confirmation of fulfillment of the requirements of Annex V to MARPOL 73/78, as amended by resolution MEPC.201(62).

СВЕДЕНИЯ О СУДНЕ
PARTICULARS OF SHIP

Название судна Name of ship	Полный серийный или регистрационный номер Discharge number or letters	Порт приписки Port of registry	Валовая вытянутость Gross tonnage	Число людей, допускаемых в ограниче на судне Number of per- sons which the ship is certified to carry	Номер ИМО IMO number
НИКОЛАЙ ТРУБЯТЧИНСКИЙ NIKOLAY TRUBYATCHINSKY	UBIQ6	Большой порт Санкт-Петербурга Bolshoy port of St.-Petersburg	2762	45	8705010

НАСТОЯЩИМ УДОСТОВЕРЯЕТСЯ:
THIS IS TO CERTIFY:

1. Что судно оборудовано:
That the ship is equipped with:

- установка для сжигания мусора
incinerator
- устройством для обработки мусора
garbage treatment plant
- устройствами для сбора мусора
garbage collection facilities

18.02043.272

* Не нужно завершать.
Delete as appropriate.



1.1 Установка для сжигания мусора:
Incinerator: _____
Тип _____ **OG200C** _____
Type _____
Изготовитель _____ **Team Tec AS, Norway** _____
Manufacturer _____
Согласно Сертификату, выданному _____ **DNV** _____
According to the Certificate issued by _____

установка для сжигания мусора обеспечивает эффективное сжигание:
the incinerator ensures effective incineration of:

- * { мусора
garbage
- * { шлам-сточных вод
sludge-sludge
- * { нефтяных остатков
oil sludge

1.2 Устройство для обработки мусора:
Garbage treatment plant:
Тип _____ --- _____
Type _____
Изготовитель _____ --- _____
Manufacturer _____
Согласно Сертификату, выданному _____ --- _____
According to the Certificate issued by _____

устройство для обработки мусора обеспечивает:
the garbage treatment plant ensures:

- * { измельчение мусора,
grinding of garbage,
- * { прессование мусора,
pressing of garbage.

1.3 Устройства для сбора мусора:
Garbage collection facilities:
Общая вместимость _____ **3.31** _____ м³
Total capacity _____ m³
Место расположения _____ **палуба бака 27 шп. ДП; палуба твиндека 31 шп. ЛБ и 34 шп ДП; Главная палуба 27 шп. ДП** _____
Location _____ **forecastle deck, fr.27, C; tween deck, fr.31,P and 34,C; Main deck, fr.27C** _____

7

1.4 Пляжеты, план операций с мусором _____ да/нет*
Plans, garbage management plan _____ yes/no*

1.5 Журнал операций с мусором _____ да/нет*
Garbage Record Book _____ yes/no*

* Неужное изчерпнуть.
Delete as appropriate.

2

PC 2.4.15



Программа работ «Создание региональной сети опорных геолого-геофизических профилей с целью изучения геологического строения, структуры и оценки перспектив нефтегазоносности осадочных бассейнов Охотского моря»

ЗАМЕЧАНИЯ
REMARKS

НЕТ/ Nil

2. Что судно освидетельствовано для подтверждения выполнения требований Приложения V к Конвенции МАРПОЛ 73/78, и освидетельствование показало, что состояние оборудования и устройств во всех отношениях удовлетворительное, и судно отвечает соответствующим требованиям Приложения V к Конвенции МАРПОЛ 73/78 и Руководства по выполнению Приложения V к Конвенции МАРПОЛ 73/78.

That the ship has been surveyed for confirmation of fulfillment of the requirements of Annex V to MARPOL 73/78 and the survey showed that the condition of the equipment and arrangements was in all respects satisfactory and the ship complies with the appropriate requirements of Annex V to MARPOL 73/78 and Guidelines for the Implementation of Annex V to MARPOL 73/78.

Настоящее Свидетельство действительно до **04.07.2023** при условии
This Certificate is valid until subject to

проведения ежегодных освидетельствований.
annual surveys.

Дата завершения освидетельствования, являющегося основанием для выдачи настоящего Свидетельства **15.04.2018**
Completion date of the survey on which this Certificate is based

Выдано в **Бремерхафен, Германия**
Issued at **Bremerhaven, Germany**
(место выдачи Свидетельства)
(place of issue of the Certificate)

15.04.2018
(дата выдачи)
(date of issue)

Независимый должным образом уполномочен Правительством
The undersigned is fully authorized by the Government of

Российской Федерации
the Russian Federation

выдать настоящее Свидетельство.
to issue this Certificate.

(название государства)
(name of the State)





(подпись уполномоченного лица, выдающего Свидетельство)
signature of authorized official issuing the Certificate

№ **18.02043.272**

РС 24.15

3



**ЕЖЕГОДНЫЕ ОСВИДЕТЕЛЬСТВОВАНИЯ
ANNUAL SURVEYS**

Настоящим удостоверяется, что судно освидетельствовано для подтверждения выполнения требований Приложения V к Конвенции МАРПОЛ 73/78 и отвечает соответствующим требованиям Приложения V к Конвенции МАРПОЛ 73/78 и Руководств по выполнению Приложения V к Конвенции МАРПОЛ 73/78.

This is to certify that the ship has been surveyed for confirmation of fulfillment of the requirements of Annex V to MARPOL 73/78 and the ship complies with the appropriate requirements of Annex V to MARPOL 73/78 and Guidelines for the Implementation of Annex V to MARPOL 73/78.

**1-е ежегодное освидетельствование
1st annual survey**

Место Place	Дата Date
(штамп или печать полномочной организации) (stamp or stamp of the Authority, as appropriate)	Подписано Signed (подпись должным образом уполномоченного лица) (signature of duly authorized official)

**2-е ежегодное освидетельствование
2nd annual survey**

Место Place	Дата Date
(штамп или печать полномочной организации) (stamp or stamp of the Authority, as appropriate)	Подписано Signed (подпись должным образом уполномоченного лица) (signature of duly authorized official)

**3-е ежегодное освидетельствование
3rd annual survey**

Место Place	Дата Date
(штамп или печать полномочной организации) (stamp or stamp of the Authority, as appropriate)	Подписано Signed (подпись должным образом уполномоченного лица) (signature of duly authorized official)

**4-е ежегодное освидетельствование
4th annual survey**

Место Place	Дата Date
(штамп или печать полномочной организации) (stamp or stamp of the Authority, as appropriate)	Подписано Signed (подпись должным образом уполномоченного лица) (signature of duly authorized official)



РОССИЙСКИЙ МОРСКОЙ РЕГИСТР СУДОХОДСТВА
RUSSIAN MARITIME REGISTER OF SHIPPING

2.4.12.1

СВИДЕТЕЛЬСТВО О ТИПОВОМ ОДОБРЕНИИ
СУДОВЫХ ИНСИНЕРАТОРОВ МОЩНОСТЬЮ ДО 4 000 кВт
CERTIFICATE OF TYPE APPROVAL
FOR SHIPBOARD INCINERATORS WITH CAPACITIES OF UP TO 4,000 kW

Настоящим удостоверяется, что внесенный в Свидетельство судовой инсинератор проверен и испытан в соответствии с техническими требованиями Стандартов на судовые инсинераторы для уничтожения образующихся на судне отходов, с поправками, внесенными Резолюцией МЕРС.244(66) и согласно Правилу 16.6.1 Приложения VI к МАРПОЛ 73/78.

This is to certify that the shipboard incinerator listed has been examined and tested in accordance with the Standard for Shipboard Incinerators for Disposing of Shipgenerated Waste, as amended by Resolution MEPC. 244(66) and as required by Regulation 16.6.1 of Annex VI to MARPOL 73/78.

Инсинератор, изготовленный TeamTec AS, Tvedestrand, Norway / Норвегия, VAT No. NO974388472
Incinerator manufactured by _____

Марка, тип или модель инсинератора Style, type or model of the incinerator *	*OG 200C Version TGS.2, OG 200CS Version TGS.2, OG 200CW Version TGS.2, OG 200CSW Version TGS.2, OG 200CI Version TGS.2 и/или OG 200CIS Version TGS.2	
Максимальная производительность Maximum capacity	465 или/или 400000 630 или/или 541900*** 52** / (69+127)*** / 52****	кВт или ккал/ч kW or kcal/h кг/ч указанных отходов kg/h of specified waste
Среднее содержание O ₂ в камере/зоне сжигания O ₂ average in combustion chamber/zone	9,4 (форсунка № 1 / Burner No. 1) 18,0 (форсунка № 2 / Burner No. 2) 8** / 7,4*** / 10 ****	кг/ч на форсунку kg/h per burner %
Среднее содержание СО в выпускных газах CO average in flue gas	5** / 2*** / 4****	мг/МДж mg/MJ
Среднее количество сажи Soot number average	0** / 0,6*** / 0****	по шкале Бахарча или Рингельмана Bacharach or Ringelman scale
Средняя температура выпускных газов на выходе из камеры сжигания Combustion chamber flue gas outlet temperature average	1050** / 1098*** / 1008****	°C
Количество несгоревших компонентов в золе Amount of unburned components in ashes	0** / 0*** / 1,2****	% к весу % by weight

Копия настоящего Свидетельства должна постоянно находиться на борту судна, оснащенного данным оборудованием.
A copy of this Certificate should be carried on board a vessel fitted with this equipment at all times.

16.06.2018
(дата выдачи)
(date of issue)

Российский морской регистр судоходства
Russian Maritime Register of Shipping

(подпись уполномоченного лица, выдавшего Свидетельство)
signature of authorized official issuing the Certificate

Печать или штамп организации,
выдавшей Свидетельство
Seal or stamp of the issuing authority,
as appropriate

№ 18.10024.262



* Не нужно зачеркивать. ** при сжигании нефтешлама / at incineration of Sludge Oil
Delete as appropriate. *** при сжигании нефтешлама и смеси с ливневой водой / at incineration of Sludge Oil with Bilge Water Injection
**** при сжигании твердых отходов / at incineration of Solid Waste

04/2015



Программа работ «Создание региональной сети опорных геолого-геофизических профилей с целью изучения геологического строения, структуры и оценки перспектив нефтегазоносности осадочных бассейнов Охотского моря»

 U.S. Department of Transportation
United States Coast Guard
Certificate of Approval

COAST GUARD CERTIFICATION NO. 159.015/6305/1 EXPIRES APRIL 26, 1995

Certificate of Type Test for Sewage Treatment Plants
in accordance with IMO Resolution MEPC .2(VI)

MARINE SANITATION DEVICE - Type II

ENVIROVAC INC.
1260 TURRET DR
ROCKFORD, IL 61111

Type II, Model ORCA IIA-24, 720 GPD.

Consists of a treatment tank using sodium hypochlorite, macerator pump, retention/reduction screen and sedimentation module.

Identifying Data: NSF test report dated 3 April 1981 with effluent quality not exceeding the following: Suspended Solids of 50 mg/l, Fecal Coliform of 250 MPN/100ml, 5-day BOD of 50 mg/l, Residual Chlorine of 50 mg/l.

System mfd. by Envirovac Inc. to drawing 3900025.

Hydraulic capacity 720 gpd (2.72 cu. m/d) and 5-day BOD capacity 2.88 kg/d. Formerly certified under 159.15/1063/5/II.

The above listed equipment is in accordance with the International Effluent Standards and Guidelines for Performance Test for Sewage Treatment Plants, Resolution MEPC .2(VI), of Annex IV of the International Convention for the Prevention of Pollution from Ships (MARPOL 73/78).

A copy of this certificate should be carried aboard a vessel fitted with this equipment at all times. The expiration date shown is for USCG certification only. The IMO Certificate of Type Test does not expire.

This certificate supersedes certification number 159.15/1063/5/II dated 10 March 1984 to show system modifications and new model designation.

*** END ***

THIS IS TO CERTIFY THAT the above named manufacturer has submitted to the undersigned satisfactory evidence that the item specified herein complies with the applicable laws and regulations as outlined on the reverse side of this Certificate, and approval is hereby given. This approval shall be in effect until the expiration date hereon unless sooner canceled or suspended by proper authority.


GIVEN UNDER MY HAND THIS 26TH DAY OF
APRIL, 1990 AT WASHINGTON D.C.
R. L. MARKLE
CHIEF, SURVIVAL SYSTEMS BRANCH
BY DIRECTION OF THE COMMANDANT, U.S.C.G.



DEPT. OF TRANSP., USCG, CGHQ-10030 (R. 1-86)
PREVIOUS EDITION MAY BE USED

ORIGINAL - Manufacturer Copy



Программа работ «Создание региональной сети опорных геолого-геофизических профилей с целью изучения геологического строения, структуры и оценки перспектив нефтегазоносности осадочных бассейнов Охотского моря»

U.S. Department
of Transportation

United States
Coast Guard



Commandant
United States Coast Guard

Washington, D.C. 20593-006
Slant Symbol G-MVI-3
Phone (202) 267-1444
Telefax: (202) 267-1069

16714/159.15/Envirovac
April 26, 1990

Envirovac Inc.
1260 Turret Drive
Rockford, IL 61111

CHANGES TO THE ORCA II MARINE SANITATION DEVICES

We have reviewed National Sanitation Foundation's letter of February 21, 1990 concerning modifications to your ORCA II-12, ORCA II-24 and ORCA II-36 marine sanitation devices. These changes are acceptable to the U.S. Coast Guard without further testing. Therefore, in accordance with 33 CFR 159.16, your marine sanitation devices are recertified for inspected vessels. Your new certification numbers along with your new model designations are as follows:

<u>MODEL</u>	<u>CAPACITY</u>	<u>REF. CERTIFICATE #</u>	<u>NEW CERTIFICATE #</u>	<u>CERTIFIED FOR</u>
ORCA IIA-12	360 GPD	159.15/1063/6/II	159.015/6306/1	Inspected Vessels
ORCA IIA-24	720 GPD	159.15/1063/5/II	159.015/6305/1	Inspected Vessels
ORCA IIA-36	1080 GPD	159.15/1063/4/II	159.015/6304/1	Inspected Vessels

This certification remains valid for five years from this date unless we suspend, withdraw, or terminate it. You may apply for this certification to be extended by writing to the Commandant (G-MVI-3) before it expires. You cannot transfer this certification to another manufacturer without written authorization from the Commandant (G-MVI-3). You must notify the Commandant (G-MVI-3) in writing when you make any change in the design or construction of these devices or when you cease manufacturing these devices.

A new Certificate of Type Test per IMO Resolution MEPC.2(VI) is being prepared for each unit and will be forwarded separately. We have enclosed a copy of our current list of your certificated devices. Please let us know if it contains any information which needs to be revised.

Should you have further questions, please contact Mr. Berringer of my staff.

Sincerely,

R. L. MARKLE
Chief, Survival Systems Branch
Merchant Vessel Inspection and
Documentation Division
By direction of the Commandant

Encl: (1) Certification List



TERMS: The approval of the item described on the face of the Certificate has been based upon the submittal of satisfactory evidence that the item complies with the applicable provisions of the navigation and shipping laws and the applicable regulations in Title 33 and/or Title 46 of the Code of Federal Regulations. The approval is subject to any conditions noted on this Certificate and in the applicable laws and regulations governing the use of the item on vessels subject to Coast Guard inspection or on other vessels and boats.

Consideration will be given to an extension of this approval provided application is made 3 months prior to the expiration date of this Certificate.

The approval holder is responsible for making sure that the required inspections or tests of materials or device covered by this approval are carried out during production as prescribed in the applicable regulations.

The approval of the item covered by this certificate is valid only so long as the item is manufactured in conformance with the details of the approved drawings, specifications, or other data referred to. No modification in the approved design, construction, or materials is to be adopted until the modification has been presented for consideration by the Commandant and confirmation received that the proposed alteration is acceptable.

NOTICE: Where a manufacturer of safety-at-sea equipment is offering for sale to the maritime industry, directly or indirectly, equipment represented to be approved, which fails to conform with either the design details or material specifications, or both, as approved by the Coast Guard, immediate action may be taken to invoke the various penalties and sanctions provided by law including prosecution under 46 U.S.C. 3318, which provides:

"A person that knowingly manufactures, sells, offers for sale, or possesses with intent to sell, any equipment subject to this part (Part B, of Subtitle II of Title 46 U.S.C.), and the equipment is so defective as to be insufficient to accomplish the purpose for which it is intended, shall be fined not more than \$10,000, imprisoned for not more than 5 years, or both."



Westfalia Separator
Mineraloil Systems GmbH

Certificates

Customer:	WS Norway
Hull / Project:	Geo Explorer
WS-Ordernumber:	402.596.139
Mineral Oil Separator	

Systems Technology



Программа работ «Создание региональной сети опорных геолого-геофизических профилей с целью изучения геологического строения, структуры и оценки перспектив нефтегазоносности осадочных бассейнов Охотского моря»

European notified body
Identification number 0736



See-Berufsgenossenschaft
Prüf- und Zertifizierungsstelle
im BG-PRÜFZERT

Certificate

No.

04032

valid until

22.06.2009

The quality system of the company

Westfalia Separator Mineraloil Systems GmbH
Werner - Habig - Str. 1, D - 59302 Oelde

for the products listed in the annex

is in conformity with **Module D (Production Quality Assurance)**
of the Council Directive 96/98/EC on marine Equipment.



Hamburg, 05.07.2004

Signature

(Schreiber)

200014
11.06



Postal address:
Postfach 11 04 89
20404 Hamburg

Office:
Reimerswiese 2
20457 Hamburg

Phone:
0 40/3 61 37-0

Fax:
0 40/3 61 37-2 04



**Typenzulassungszeugnis
für 15 ppm Ölfilteranlagen**

*Certificate of Type Approval for
15 ppm Bilge Separator*

**Ausgestellt im Namen der Regierung der
BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND
durch die SEE-BERUFGENOSSENSCHAFT**

*Issued under the authority
of the Government of the FEDERAL REPUBLIC OF GERMANY
by See-Berufsgenossenschaft*

Hiermit wird bescheinigt, daß die nachstehend aufgeführte 15 ppm Ölfilteranlage einer Prüfung unterzogen und gemäß den Anforderungen der technischen Beschreibung, enthalten in Teil 1 der Anlage zu den Richtlinien und Anforderungen der IMO-Entscheidung MEPC.107(49) erprobt wurde. Dieses Zeugnis ist nur für die nachstehende 15 ppm Ölfilteranlage gültig.
This is to certify that the 15 ppm Bilge Separator listed below has been examined and tested in accordance with the requirements of the specifications contained in part 1 of the annex to the guidelines and specifications contained in IMO-Resolution MEPC.107(49). This certificate is valid only for 15 ppm Bilge Separator referred to below.

15 ppm Ölfilteranlage geliefert durch Westfalia Separator Mineraloil Systems GmbH; Werner-Habig-Str. 1; 59302 Oelde

15 ppm Bilge Separator supplied by

Typbezeichnung

Bilgemaster-D 1000

under type and model designation

und besteht aus

and incorporating

15 ppm Ölfilteranlage hergestellt durch Westfalia Separator Mineraloil Systems GmbH

15 ppm Bilge Separator manufactured by

Zusammenstellungszeichnung-Nr.

Q402400220-9913-0040

Datum 19.04.2006

to specification assembly drawing No.

date

Zentrifuge hergestellt durch

WSD 8-01-037, Westfalia Separator Mineraloil Systems GmbH

Centrifuge manufactured by

Zusammenstellungszeichnung-Nr.

2058-4100-070

Datum 23.05.2006

to specification assembly drawing No.

date

Filter hergestellt durch

AF-220-7/30, Westfalia Separator Mineraloil Systems GmbH

Filters manufactured by

Zusammenstellungszeichnung-Nr.

9913-8977-290

Datum 23.06.2006

to specification assembly drawing No.

date

Andere Komponenten

Heating arrangement of bilge water holding tank

Other items

Zusammenstellungszeichnung-Nr.

--

Datum

to specification assembly drawing No.

date

Steuergeräte hergestellt durch

Westfalia Separator Mineraloil Systems GmbH

Control equipment manufactured by

Zusammenstellungszeichnung-Nr.

Siemens C7-626, Westfalia D20 or other

Datum

to specification assembly drawing No.

programmable logic control (PLC)

date

Versorgungspumpenleistung

1,0

m³/h

Supply pump capacity

Motorleistung

0,75

kW

Motor rating

Maximaler Durchfluss des Systems

1,0

m³/h

Maximum throughput of system

Wenn die Zuhringerpumpe nicht Anlagenteil des Systems ist, so ist das vorgesehene Verfahren anzugeben, das sicherstellt, daß der maximale Durchfluss des Systems nicht überschritten wird.

If integral fuel pump is not fitted state method proposed for ensuring maximum throughput of system is not exceeded

Eine Kopie dieses Zeugnisses soll jederzeit auf jedem Schiff mitgeführt werden, das mit dieser Ölfilteranlage ausgerüstet ist.

A copy of this Certificate should be carried aboard a vessel fitted with this Separator at all times.

*) Nichtzutreffendes streichen

Zulassungs-Nr. 330 237

**) Delete as appropriate*

Certificate-No



Программа работ «Создание региональной сети опорных геолого-геофизических профилей с целью изучения геологического строения, структуры и оценки перспектив нефтегазоносности осадочных бассейнов Охотского моря»

- 2 -

Auferlegte Einschränkungen:
Limiting Conditions imposed:

Die Entöleranlage Bilgemaster-D 1000 darf nicht in explosionsgefährdeten Räumen aufgestellt werden und muß mit einer Exzenterschneckenpumpe Type Allweiler AEB 1 E 50 (1,0 m³/h bei 160 U/min) oder einer Pumpe ausgerüstet werden, deren Kennlinie dem Durchfluß, Saug- und Druckverhältnissen obiger Pumpe entspricht.

The oily water separator Bilgemaster-D 1000 is not permitted to be installed in space subject to explosion hazard and has to be equipped with an eccentric helical pump type Allweiler AEB 1 E 50 (1,0 m³/h at 160 rpm) or a pump with same speed-delivery characteristic curve as the above mentioned.

Bemerkungen:
Remarks:

Durch den Umstand, das die Tests mit einer Eintrittstemperatur von mehr als 40 °C durchgeführt wurden, ist für die Ausrüstung des Bilgenwasser-Haltetanks mit einer ausreichenden Heizung zu sorgen. Direktes Saugen aus der Bilge ohne genügendes Vorheizen des Bilgenwassers ist nicht zugelassen. Einbau eines Vorwärmers vor dem Separator ist auch möglich. Due to the fact that the tests have been carried out with influent temperature bigger than 40 °C, sufficient heating facilities for the bilge holding tank are to be provided on board. Direct suction from bilge well without preheating of the bilge water is not approved. Installation of preheater before separator is also possible.

Dieses Typenzulassungszeugnis bleibt über das nachstehende Datum hinaus in Kraft, sofern kein Widerruf erfolgt. Ein Widerruf für auf einem Schiff eingebaute Einrichtungen kann z.B. erfolgen, wenn diese nicht gefahren und/oder nicht gewartet und/oder nicht funktionsbereit sind und/oder nicht innerhalb einer angemessenen Frist an zukünftige Bestimmungen angepasst werden können.

This certificate of type approval is in force beyond the below mentioned date unless it is revoked. A revocation of the equipment installed aboard the ship can follow, but is not limited to, if the equipment is not maintained and/or is not in good working order and/or the equipment can not be modified within an appropriate time frame, due to future regulatory standards.

Dieses Typenzulassungszeugnis ist gültig bis 30.06.2011
This certificate of type approval is valid until

Daten und Ergebnisse der Erprobungen siehe Anhang.
Test data and results attached in the appendix.

Ausgestellt in Hamburg am 01.07.2006
Issued at Hamburg on

SEE-BERUFGENOSSENSCHAFT
- SCHIFFSSICHERHEITSDIVISION -



i.A. Riefel
Unterschrift
Signature

Die Ölfilteranlage Serien-Nr. 5019-143 entspricht dem geprüften Typ
The oil filtering equipment serial No. complies with the tested type.

Odde 09.04.08
Ort Datum
Place date

GEA
Firmenstempel
Company stamp
GEA Oilsystems GmbH
Wandlbergstr. 1 50322 Odde

i.A. d. GEA
Unterschrift
Signature



Программа работ «Создание региональной сети опорных геолого-геофизических профилей с целью изучения геологического строения, структуры и оценки перспектив нефтегазоносности осадочных бассейнов Охотского моря»



DECKMA HAMBURG GmbH

DECKMA Decksmaschinen und Automation Vertriebsgesellschaft in Hamburg mbH

DECKMA HAMBURG GmbH • Kieler Straße 316 • 22525 Hamburg • Germany

Works/Office/Delivery Address:

Kieler Straße 316
22525 Hamburg
Germany

Telephone: +49 (0)40 54 88 76 - 0

Telefax: +49 (0)40 54 88 76 - 10

E-Mail: post@deckma.com

Internet: www.deckma.com

VAT-Registration No.: DE 118 540 659

TO WHOM IT MAY CONCERN

Your Ref:

Your letter dated:

Our Ref:

Date: 28.09.2004

DECLARATION OF CONFORMITY

We, DECKMA HAMBURG GmbH,
declare under our own responsibility that the product

15 ppm Bilge Alarm, Type: OMD-2005

is in accordance to

MARPOL 73/78, Annex I, Reg. 16, IMO- Resolution MEPC.107 (49) and the
Maritime Equipment Directive 96/98 EC of the council, Annex B, Module F, Section 5,
of 20. December 1996 (MED).

DECKMA HAMBURG GmbH


ppa. Wolfgang Rathjen

Registered /Amtsgericht: Hamburg (Germany) HRB No. 38129 • Managing Director: G. Schulze • Legal Jurisdiction: Hamburg
Bank Details: Deutsche Bank, Hamburg • Account-No.: 6 533301 • Bank Sort Code 200 700 24,
SWIFT: DEUTDE33HAM, IBAN DE49200700240653330100



Программа работ «Создание региональной сети опорных геолого-геофизических профилей с целью изучения геологического строения, структуры и оценки перспектив нефтегазоносности осадочных бассейнов Охотского моря»

ПРИЛОЖЕНИЕ И
МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ РАСПРОСТРАНЕНИЯ
СУДОВОГО ТОПЛИВА В СЛУЧАЕ АВАРИЙНЫХ РАЗЛИВОВ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ
«ПРОГРАММЫ РАБОТ НА «СОЗДАНИЕ РЕГИОНАЛЬНОЙ СЕТИ ОПОРНЫХ ГЕОЛОГО-
ГЕОФИЗИЧЕСКИХ ПРОФИЛЕЙ С ЦЕЛЮ ИЗУЧЕНИЯ ГЕОЛОГИЧЕСКОГО СТРОЕНИЯ,
СТРУКТУРЫ И ОЦЕНКИ ПЕРСПЕКТИВ НЕФТЕГАЗОНОСНОСТИ ОСАДОЧНЫХ
БАССЕЙНОВ ОХОТСКОГО МОРЯ»



Программа работ «Создание региональной сети опорных геолого-геофизических профилей с целью изучения геологического строения, структуры и оценки перспектив нефтегазоносности осадочных бассейнов Охотского моря»

Оценка экологических рисков и математическое моделирование распространения разливов дизельного топлива в морской среде

Математическое моделирование распространения дизельного топлива в случае аварийных разливов при проведении работ по «Программа работ «Создание региональной сети опорных геолого-геофизических профилей с целью изучения геологического строения, структуры и оценки перспектив нефтегазоносности осадочных бассейнов Охотского моря»

Руководитель проекта
Ведущий математик ФИЦ ИУ РАН, к.ф.-м.н.
Б.В.Архипов

Москва 2020



Программа работ «Создание региональной сети опорных геолого-геофизических профилей с целью изучения геологического строения, структуры и оценки перспектив нефтегазоносности осадочных бассейнов Охотского моря»

Оценка экологических рисков и математическое моделирование распространения разливов судового топлива в морской среде

Исполнители:

1. Архипов Б.В. Ведущий математик ФИЦ ИУ РАН – руководство работами, оформление отчета;
2. Шапочкин Д.А. Ведущий программист ФИЦ ИУ РАН – расчеты;



Оценка экологических рисков и математическое моделирование распространения разливов судового топлива в морской среде

Сокращения

ЗВ - загрязняющие вещества (CS – contaminated substances)

ГМС – гидрометеорологическая станция (HMS – hydro meteorological station)

ГСМ – горюче-смазочные материалы (FL - -fuels and lubricants)

ДТ – дизельное топливо (diesel fuel)

ГОПФ - Международная федерация владельцев танкеров по предупреждению загрязнения (The International Tanker Owners Pollution Federation Limited)

ТЭС – транспортно-буксирное судно

UK HSE - Британское управление по здравоохранению и безопасности (The British management of health and safety)

ОПЕК – организация стран экспортеров нефти (The organization of the Petroleum Exporting Countries)

NRC – Национальный научно-исследовательский совет США (National Research Council)

ИМО (ИМО) - Международная морская организация (International Maritime Organization)

ООПТ - особо охраняемые природные территории

КОТР - Ключевые орнитологические территории — местности, признанные важными для сохранения популяции птиц в рамках международной программы.

WGS-84 - всемирная геодезическая система координат 1984 г (World Geodetic System 1984).



Оценка экологических рисков и математическое моделирование распространения разливов судового топлива в морской среде

1 ОБЩЕЕ ОПИСАНИЕ

Настоящим проектом предусматривается проведение комплексных геофизических исследований в акватории Охотского моря с целью изучения регионального структурного плана и строения осадочных бассейнов Охотского моря для выделения нефтегазоносных комплексов и зон возможного нефтегазонакопления, уточнения нефтегазогеологического районирования.

Охотское море представляет собой глобальный природный объект, включающий осадочные бассейны, которые являются одним из основных условий для образования и формирования залежей углеводородов. На северо-восточном шельфе Сахалина открыты крупные и уникальные нефтегазоконденсатные месторождения. Бурение поисковых скважин на Магаданском и Западно-Камчатском шельфах до настоящего времени не принесло открытий месторождений. Несмотря на то, что геологоразведочные работы в Охотском море дали обширную информацию о строении региона, Центральные- и Южно-Охотские районы всё также остаются слабо изученными. Выполнение работ позволит увеличить плотность сейсмических профилей в этих частях Охотского шельфа.

Проведение комплексных геофизических исследований на современном техническом уровне позволит изучить строение комплексов осадочного чехла и структуру фундамента в районе исследований на глубину не менее 12 км, трассировать тектонические нарушения в осадочном чехле и фундаменте, выявить перспективные зоны и объекты потенциального УВ-накопления, в том числе неструктурного типа. Существующие сегодня современные программно-аппаратурные возможности сейсморазведки МОВ ОГТ 2D с длиной сейсмической записи 12 секунд позволят решить поставленные задачи, повысить детальность расчленения разреза и надежность определения скоростных характеристик, необходимых для уточнения стратификации комплексов осадочного чехла и фундамента.

Методика проектируемых работ определяется в соответствии с параметрами технического (геологического) задания на проведение полевых и камеральных работ, действующими инструкциями, нормативными правовыми актами, приказами и распоряжениями Минприроды России и Роснедра. Проектируемые работы будут выполняться в период II квартал 2020 г. – III квартал 2022 г.

В результате комплексной интерпретации геофизических данных будет уточнено геологическое строение осадочных бассейнов Охотского моря с учетом новых комплексных морских геофизических исследований. Уточнен региональный структурно-тектонический план с учетом новых комплексных морских геофизических исследований. Изучены типовые разрезы осадочного чехла и его мощности. Проведен сейсмостратиграфический и сейсмофациальный анализ осадочного чехла бассейнов Охотского моря. Выполнена оценка перспектив нефтегазоносности основных комплексов Охотского



Оценка экологических рисков и математическое моделирование распространения разливов судового топлива в морской среде

моря и зон возможного нефтегазонакопления с учетом новых комплексных морских геофизических исследований.

Карта области работ представлена на Рис. 1.1-1.2. Координаты угловых точек участка представлена на Рисунке 1.2. и в Таблице 1.



Рис. 1.1. Обзорная схема Охотского моря



Оценка экологических рисков и математическое моделирование распространения разливов судового топлива в морской среде

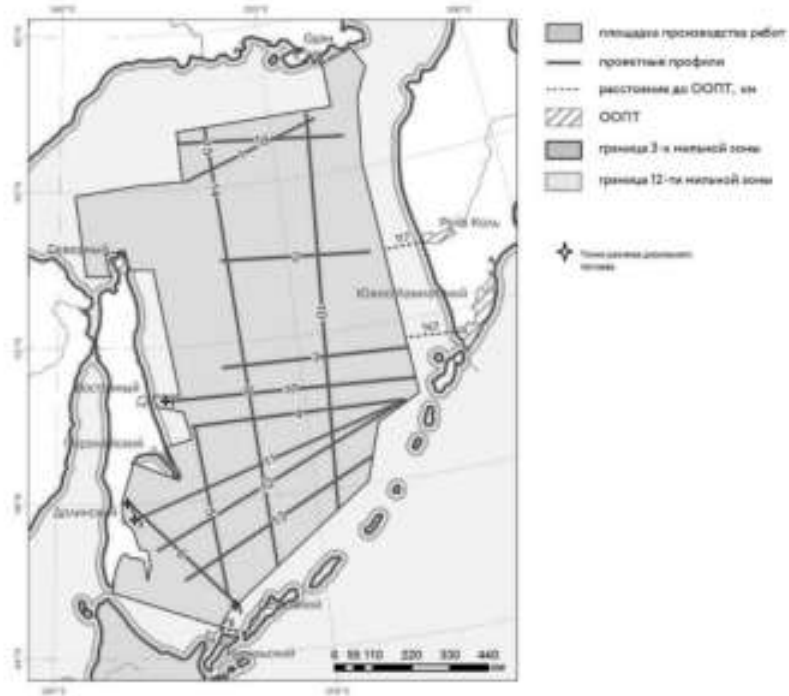


Рис. 1.2. Карта - схема расположения района работ и возможных точек аварийного разлива ДТ



Оценка экологических рисков и математическое моделирование распространения разливов судового топлива в морской среде

Таблица 1.1. Координаты угловых точек площади полевых работ (СК-42)

Номер точки	Северная широта			Восточная долгота		
	град.	мин.	сек.	град.	мин.	сек.
1	2	3	4	5	6	7
1	46	01	10.2	142	10	44.4
2	45	42	42.8	142	08	52.8
3	44	43	59.2	146	01	26.4
4	45	03	45.0	146	17	24.0
5	48	04	56.6	152	02	38.4
6	49	32	15.4	152	46	01.2
7	50	06	13.0	154	33	10.9
8	56	06	00.0	153	56	60.0
9	57	47	60.0	154	19	58.8
10	58	30	00.0	155	00	00.0
11	59	01	50.2	154	30	47.6
12	58	47	30.1	152	56	42.0
13	57	40	03.0	152	59	42.0
14	57	39	45.0	151	45	00.0
15	57	39	45.0	150	59	45.6
16	57	29	13.6	145	32	06.0
17	56	11	35.2	145	38	52.8
18	56	09	45.0	143	42	50.4
19	55	54	24.1	140	42	32.4
20	53	50	47.9	141	12	03.6
21	53	50	28.0	142	15	21.6
22	54	24	43.1	142	01	40.8
23	54	30	24.9	142	52	19.2
24	54	00	01.8	143	07	19.2
25	53	58	22.8	144	08	09.6
26	50	43	54.9	144	58	48.0
27	50	45	42.8	143	54	18.0
28	50	28	42.2	144	00	18.0
29	50	17	55.7	145	05	20.4
30	49	36	15.8	145	23	09.6
31	49	25	39.4	144	20	34.8
32	48	40	30.8	144	51	10.8
33	48	34	04.8	144	46	37.2
34	49	04	03.9	142	57	18.0

от точки 34 до точки 1 граница объекта проходит по сухопутной границе о. Сахалин

Моделирование осуществлено на основе математической модели и программном продукте «ЭКО-РИСК» разработанной ВЦ РАН им. А.А.Дородницына. Подробное описание математической модели приведено в Приложении 1.



Оценка экологических рисков и математическое моделирование распространения разливов судового топлива в морской среде

2 АНАЛИЗ РИСКОВ РАЗЛИВОВ УГЛЕВОДОРОДОВ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ КОМПЛЕКСНЫХ ГЕОФИЗИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ В АКВАТОРИИ ОХОТСКОГО МОРЯ

2.1. Общие сведения и требования к порядку проведения анализа рисков

В соответствии с руководством по безопасности [1] авария - это разрушение сооружений и (или) технических устройств, применяемых на опасных производственных объектах (ОПО), неконтролируемые взрыв и (или) выброс опасных веществ (статья 1 Федерального закона от 21 июля 1997 г. N 116-ФЗ "О промышленной безопасности опасных производственных объектов").

Аварии могут быть обусловлены как природными явлениями, так и антропогенными причинами. Они, как правило, носят случайный, вероятностный характер. Поэтому для каждого потенциально возможного вида аварии можно определить вероятность ее возникновения, которую связывают с понятием риска. Риск аварии - мера опасности, характеризующая возможность возникновения аварии на ОПО и соответствующую ей тяжесть последствий. Анализ риска аварий (анализ опасностей и оценка риска аварий) - взаимосвязанная совокупность научно-технических методов исследования опасностей возникновения, развития и последствий возможных аварий для обеспечения промышленной безопасности ОПО.

Количественная оценка риска аварии - определение значений числовых характеристик случайной величины ущерба (человеку, имуществу и окружающей среде) от аварии на ОПО. В количественной оценке риска аварии оцениваются значения вероятности (частоты) и соответствующей степени тяжести последствий реализации различных сценариев аварий для жизни и здоровья человека, имущества и окружающей среды [1].

Очевидно, что при возникновении аварии возможны различные исходы, которые различаются по продолжительности воздействия и масштабам негативных воздействий. Ее последствия могут быть ликвидированы, локализованы или привести к безвозвратным потерям. В любом случае аварии приводят к материальным потерям и наносят тот или иной ущерб человеку и окружающей среде. Во многих случаях ущерб может быть выражен в денежном эквиваленте, что позволяет сравнивать риски от различных видов аварий и сопутствующих им ущербов. Так по данным Международной Федерации Танкеровладельцев (ИТОФ) [2,3] удельная величина расходов при ликвидации разливов составляет от \$70 до \$21000 на 1 т, при средней мировой величине \$3830 на 1 т. Причем в странах Северной Европы средние издержки составили 4564 дол./т, а в Северной Америке 5073 дол./т. Максимальные затраты на устранение последствий разлива были после аварии танкера "Эксон Вальдиз" в 1989 г. в заливе Кука. Они составили: прямые затраты - более \$30000 на 1 т, а с учетом косвенных потерь - около \$45000 на 1 т.

Аварии обусловлены в основном аномальными событиями или внешними не предусмотренными нормативными документами причинами и эти события и причины носят случайный, вероятностный характер. К ним можно отнести экстремальные по отношению к проектным значениям параметры естественных условий (штормы, землетрясения и т.п.), случайные



Оценка экологических рисков и математическое моделирование распространения разливов судового топлива в морской среде

сбой и отказы оборудования из-за технологических нарушений при строительстве и транспортировке, случайные ошибки персонала и т.п.

Одной из основных целей анализа и оценки рисков является доказательство того, что для рассматриваемого объекта риски уменьшены до практически целесообразного низкого уровня. Основными средствами оценки рисков, выявления опасностей и определения соответствующих мер по их ослаблению, являются исторические сведения, статистические данные, нормы и стандарты, а также принятая в промышленности практика. Методы количественной оценки рисков используются для численного определения вероятности и последствий аварий. Количественная оценка рисков включает в себя следующие основные элементы [4,5]:

- выявление потенциально возможных аварийных случаев;
- оценку их вероятности;
- оценку их влияния на людей, окружающую среду и материальные ценности;
- сопоставление оцененного риска с общепринятыми критериями их приемлемости.

Максимально возможный разлив нефти при аварийных разливах нефтепродуктов определяется величиной, равной объёму двух танков, что установлено Основными требованиями к разработке планов по предупреждению и ликвидации аварийных разливов нефти и нефтепродуктов [6]. Вместе с тем, Правилами организации мероприятий по предупреждению и ликвидации разливов нефти и нефтепродуктов на территории Российской Федерации [6], предписывается прогнозирование последствий возможных масштабов разливов нефти осуществлять на основании оценки риска аварийных нефтяных разливов.

При оценке рисков учитывались регламентирующие нормы и промышленные рекомендации, приведенные в наборе источников [1-9]. Концепция оценки риска для проектируемого объекта означает, что рассматриваемый объект должен быть спроектирован таким образом, чтобы не был превышен предел априорно рассчитанного риска, определенного как приемлемый или допустимый. Критерии риска представляют собой некоторые нормативные или общепринятые значения, сравнение с которыми полученных оценок риска позволяет делать заключения о степени их приемлемости или допустимости для рассматриваемых объектов (люди, конструкции, окружающая среда).

Наиболее простая структура критериев приемлемости риска – это уровни риска, которые служат границей между допустимыми и недопустимыми рисками (или между допустимыми и недопустимыми видами деятельности). Например, структура критериев приемлемости рисков, предложенная Британским управлением по здравоохранению и безопасности (UK HSE) [10], указывает некий уровень риска, который обычно известен как “максимально допустимый” и выше которого риск считается недопустимым, какой бы высокой ни была выгода, а поэтому он должен быть уменьшен. Ниже этого уровня риски также должны быть «низкими, насколько это практически целесообразно». Это значит, что, решая вопрос о необходимости принятия мер по снижению риска, можно учитывать стоимость этих мер, используя расчет рентабельности. В этой области чем выше риски, тем более они заслуживают принятия мер по их снижению. Если же риски достаточно низки, то, возможно, что на их снижение вообще не стоит тратить средства и следует считать их пренебрежимо малыми. В соответствии с этим подходом риски распределяются по 3 категориям:



Оценка экологических рисков и математическое моделирование распространения разливов судового топлива в морской среде

- $IR > 10^{-3}$ - область недопустимых рисков – в этой области риск считается недопустимым, поскольку вероятность и последствия его возникновения слишком велики. Здесь обязательны меры по снижению риска или соответствующие проектные изменения;
- $5 \cdot 10^{-5} < IR < 10^{-3}$ - в этой области риск считается допустимым только тогда, когда приняты меры, позволяющие сделать вероятность и последствия такого риска «настолько низкими, насколько это практически целесообразно». Следовательно, меры по снижению рисков должны осуществляться только при условии их практической целесообразности, определенной расчетом рентабельности.
- $IR < 5 \cdot 10^{-5}$ - область пренебрежимо малых рисков - в этой области риск считается допустимым, так как или вероятность его возникновения настолько мала или последствия настолько незначительны, что никаких мер по снижению риска не требуется.

При оценке приемлемости экологических рисков, наряду с указанными критериями, будем использовать два дескриптора, один из которых связан с вероятностью аварии и ее последствий, а другой - с ее масштабами. Используемые критерии рисков аварий по частоте их возникновения приведены в Таблице 2.1, а категории масштабов аварий в Таблице 2.2 [11].

Таблица 2.1. Категории аварий

Категория	Характеристика аварии	Частота аварий, ед./год	Описание
1	Практически невозможная	$<10^{-6}$	Событие такого типа почти никогда не случалось, но не исключается
2	Редкая	$10^{-6} \div 10^{-5}$	Такие события случались в мировом масштабе, но всего несколько раз
3	Маловероятная	$10^{-4} \div 10^{-2}$	Такая авария происходит, но маловероятна в течение срока реализации проекта
4	Вероятная	$10^{-2} \div 1$	Возможно, что такая авария случится в течение срока реализации проекта
5	Практически неизбежная	>1	Может случиться, в среднем, чаще чем раз в год

Таблица 2.2.
Категории масштабов последствий аварий

Категория	Последствия	Описание
1	Незначительные	не сказывается на здоровье и безопасности населения; нет травм на объекте; нет повреждений объекта; не сказывается на природных ресурсах; разлив нефти до 1,0 м ³ .
2	Малозначительные	нет серьезных травм и гибели людей; легкие повреждения объекта; нет простоя;



Оценка экологических рисков и математическое моделирование распространения разливов судового топлива в морской среде

		легкое, кратковременное воздействие на природные ресурсы; разлив нефти 1–40 м ³ .
3	Серьезные	возможны серьезные травмы и гибель людей на объекте, но нет угрозы здоровью и жизни окружающих жителей; значительное, негативное, но в конечном счете обратимое, воздействие на некоторые природные ресурсы; некоторый ущерб причиняется производственным объектам на берегу; разлив нефти 40–400 м ³ .
4	Катастрофические	травмы и гибель небольшого числа окружающих жителей или травмы и гибель большого числа работающих на объектах; значительное повреждение объектов; значительный и продолжительный ущерб причиняется двум и более природным ресурсам; разлив нефти более 400 м ³ .

Дополнительно отметим, что согласно классификации Международной ассоциации нефтегазовой отрасли по охране окружающей среды аварийные разливы делятся по следующим категориям [2,3,16]:

1. менее 7 т;
2. 7–700 т;
3. свыше 700 т.

Существуют несколько основных путей поступления нефтяного загрязнения в морскую среду [14–15]:

- речной сток;
- прямые сбросы сточных вод от муниципальных станций очистки и промышленных объектов;
- диффузное поступление;
- атмосферные выпадения;
- потери при транспортировке, перегрузке, использовании нефти и нефтепродуктов (несанкционированные сбросы, аварийные разливы).

По статистике ЮНГАД [17] танкеры перевозят примерно 2 млрд т в год. В 1977 г. объемы транспортировки нефти морем были около 1724 млн т, в 1987 г. около 1279 млн т, потом начали подниматься. В 2010 г. они достигли 2772 млн т. Всего за 46 лет (1970—2015) было перевезено 92,4 млрд т.

2.3. Результаты оценки экологических рисков

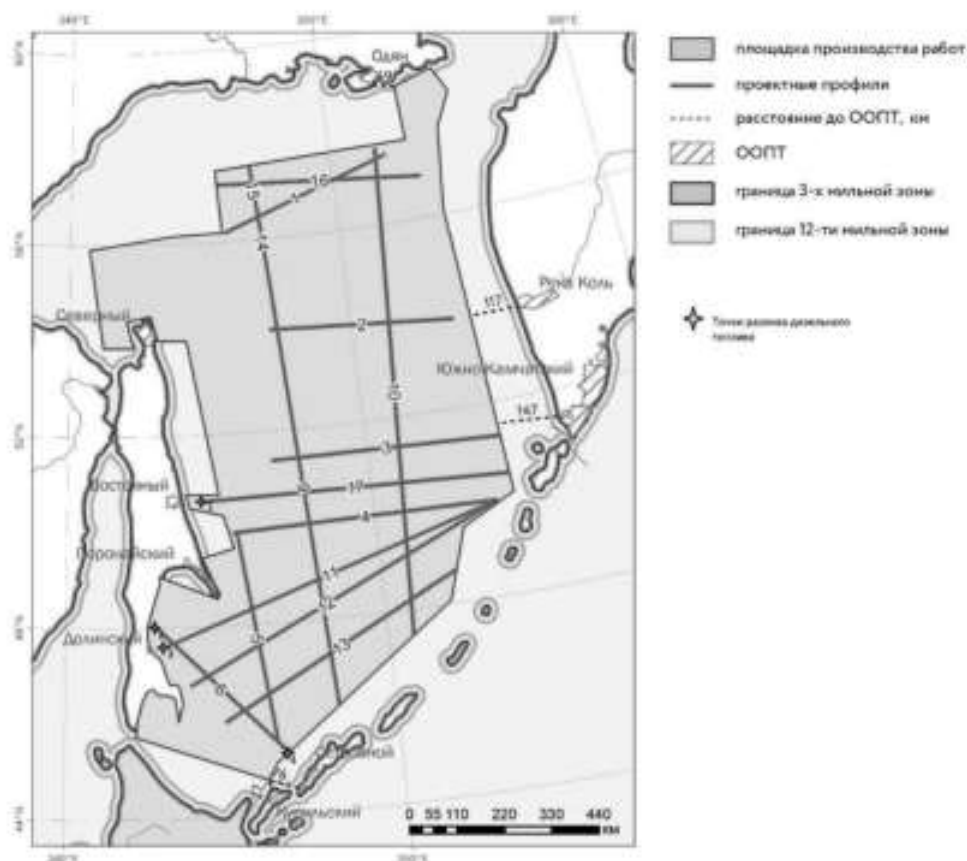
Детальный анализ рисков аварийных разливов углеводородов во время реализации проектов на морском шельфе представляется в общем случае достаточно сложной и трудоемкой задачей и может быть выполнен только при подготовке декларации о промышленной безопасности опасных



Оценка экологических рисков и математическое моделирование распространения разливов судового топлива в морской среде

производственных объектов. Часто требуется предварительный грубый расчет риска величины аварийных разливов при выполнении, например, оценок воздействия на окружающую среду по тем или иным проектам. В работе рассматривается при отсутствии возможности учета отдельных сценариев аварий «валовый» подход, аналогичный подходу Норвежского независимого классификационного и сертификационного общества DNV (норв. Det Norske Veritas), основанный на обобщении статистики объемов выбросов с получением зависимости между объемом и частотой выбросов [13,16,18,21]. В случае транспортных операций такой подход основывается на данных Международной федерации танкероладельцев (ITOPF) [2]. Подробно методика оценки риска изложена в работе [19].

Положение и координаты точек разлива дизельного топлива показаны на Рис. 2.1, и в Таблице 2.1. Данные по судам для моделирования аварийных разливов дизельного топлива приведены в Таблице 2.2. В рассматриваемом случае при моделировании распространения разливов дизельного топлива в соответствии с данными таблицы 2.3 объем разлива дизельного топлива был равен объему 2-х танков $68.12+68.12= 136.24\text{м}^3$. Полный объем использованного дизельного топлива приведен в Таблице 2.2.





Оценка экологических рисков и математическое моделирование распространения разливов судового топлива в морской среде

Таблица. 2.1. Координаты точек разлива дизельного топлива (WGS84)

Номер точки	Широта			Долгота		
	градусы	минуты	секунды	градусы	минуты	секунды
1	2	3	4	5	6	7
1	50	36	25,45	144	26	52,48
2	48	04	47,52	142	43	50,15
3	47	34	33,78	143	00	16,12
4	45	17	13,09	146	40	43,81

Таблица 2.2. Данные по судам для моделирования аварийных разливов дизельного топлива

№№ п/п	Тип судна	Вид топлива	Потребность в топливе, т
1.	НИС «Николай Трубятчинский»	дизель	2046,782

Таблица 2.3. Объем топливных танков

№ ПОЛ ПО СХЕМЕ	Наименование танков	РАЙОН РАСПОЛОЖЕНИЯ	ОБЪЕМ, М ³
17	ТОПЛИВНО, ЛЬ	54-67 ШПЛ	40,33
18	ТОПЛИВНО, Пр.Б	34-62 ШПЛ	40,33
19	ТОПЛИВНО, ЛЬ	47-62 ШПЛ	68,12
20	ТОПЛИВНО, Пр.Б	47-62 ШПЛ	68,12
21	ТОПЛИВНО, ЛЬ	44-54 ШПЛ	23,67
22	ТОПЛИВНО, Пр.Б	44-54 ШПЛ	23,67
23	ТОПЛИВНО, ЛЬ	10-23 ШПЛ	35,00
24	ТОПЛИВНО, Пр.Б	12-23 ШПЛ	35,00
25	РАСХОДНОЕ ТОПЛИВНО, ЛЬ	26-23 ШПЛ	11,64
26	РАСХОДНОЕ ТОПЛИВНО, Пр.Б	26-23 ШПЛ	11,64
31	ОТРАБОТАННОЕ МАСЛО, ЛЬ	28-39 ШПЛ	6,70
32	СМАЗОЧНОЕ МАСЛО, ДП	28-39 ШПЛ	18,14
33	НЕФТЯНЫЕ ОСТАТКИ, Пр.Б	28-39 ШПЛ	6,70
35	НЕФТЕСОДЕРЖАЩИЕ ЛЬЯЛЬНЫЕ ВОДЫ, ДП	22-29 ШПЛ	11,10
36	МАСЛО Ка-Ме-Нк, ДП	17-20 ШПЛ	2,00
47	ЗАПАС МАСЛА Ка-Ме-Нк, Пр.Б	13-17 ШПЛ	1,50
53	ЦИРКУЛЯЦИОННОЕ МАСЛО, ЛЬ	31-33 ШПЛ	1,80
54	ЦИРКУЛЯЦИОННОЕ МАСЛО, Пр.Б	41-43 ШПЛ	1,50
59	РАСХОДНОЕ ДИЗЕЛЬНОЕ ТОПЛИВНО ДИЗЕЛЬ-КОМПРЕССОРОВ, ЛЬ	89-90 ШПЛ	3,00
60	СМАЗОЧНОЕ МАСЛО ДИЗЕЛЬ-КОМПРЕССОРОВ, Пр.Б	95-97 ШПЛ	4,070

Результаты проведенного статистического анализа приведены в Таблице 2.4. Как следует из Таблицы 2.4, аварийные сбросы ДТ с величиной 113,1т (объеме 136,24м³) при объемах использования до 2050т за весь срок работ, относятся к категории редких, т.е. такие события случались в мировом масштабе, но всего несколько раз. По масштабу (40-400 м³) такая авария относится к категории серьезных (возможны серьезные травмы и гибель людей на объекте, но нет угрозы здоровью и жизни окружающих жителей; значительное, негативное, но в конечном счете обратимое, воздействие на



Оценка экологических рисков и математическое моделирование распространения разливов судового топлива в морской среде

некоторые природные ресурсы; некоторый ущерб причиняется непроектируемым объектам на берегу).

Таблица 2.4.

Зависимость частоты превышения заданной величины аварийных разливов при изменении объемов использования нефтепродуктов при морских операциях

Объем разлива, т	Частота в случаях за период строительства	Категория аварии по вероятности (Таблица 2.1.)	Частота в случаях за период строительства	Категория аварии по вероятности (Таблица 2.1.)	Частота в случаях за период строительства	Категория аварии по вероятности (Таблица 2.1.)	Категория аварии по масштабам (Таблица 2.2.)
	Объем использованных 500т		Объем использованных 2050 т		Объем использованных 3000 т		
1	4.39E-05	2	1.80E-04	3	2.832E-04	3	2
7	1.88E-05	2	6.87E-05	2	1.007E-04	3	2
50	6.35E-06	2	2.60E-05	2	3.811E-05	2	3
114	4.23E-06	2	1.73E-05	2	2.538E-05	2	3
500	2.04E-06	2	8.34E-06	2	1.222E-05	2	4
700	1.72E-06	2	7.06E-06	2	1.035E-05	3	4

В заключение раздела отметим, что приведенные выше оценки являются консервативными. Это в частности обусловлено тем, что они по большей части выполнены на основе усредненных за достаточно отдаленный период времени. В действительности совершенствование технологий и ужесточение экологических требований к работам на море приводит к устойчивой тенденции снижения частоты разливов нефти [20-23].



Оценка экологических рисков и математическое моделирование распространения разливов судового топлива в морской среде

3 ОСНОВНЫЕ ПРОЦЕССЫ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИЕ ПОВЕДЕНИЕ УГЛЕВОДОРОДОВ В МОРСКОЙ СРЕДЕ

Поведение нефтяных разливов в море определяется как физико-химическими свойствами самой нефти и/или нефтепродуктов, так и состоянием морской среды. Общепринято, что три основных процесса определяют поведение нефти и/или нефтепродуктов в море - адвекция, растекание и выветривание (weathering). Адвекция - процесс переноса нефти под действием ветра и течений. Как правило, нефть движется по поверхности моря со скоростью порядка 3 – 3,5% от скорости ветра и 60-100 % от скорости течения. Растекание - процесс, обусловленный действием положительной плавучести нефти и/или нефтепродуктов, коэффициентом растекания за счет поверхностного натяжения и диффузией, который приводит к увеличению площади поверхности моря, покрытой нефтяной пленкой. С течением времени процесс гравитационного растекания замедляется, зато начинает действовать горизонтальная турбулентная диффузия. Физические и химические изменения, которым подвергается пролитая в море нефть, часто объединяются термином выветривание (weathering). Совокупность основных процессов проиллюстрирована на Рис.3.1.

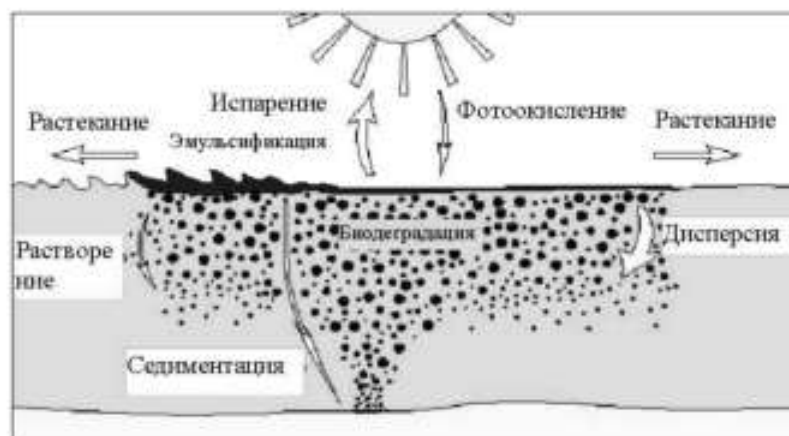


Рис. 3.1. Основные процессы выветривания, в которых участвует нефтяное пятно

В разные моменты времени существенными являются различные процессы, временные характеристики которых показаны на Рис.3.2.



Оценка экологических рисков и математическое моделирование распространения разливов судового топлива в морской среде

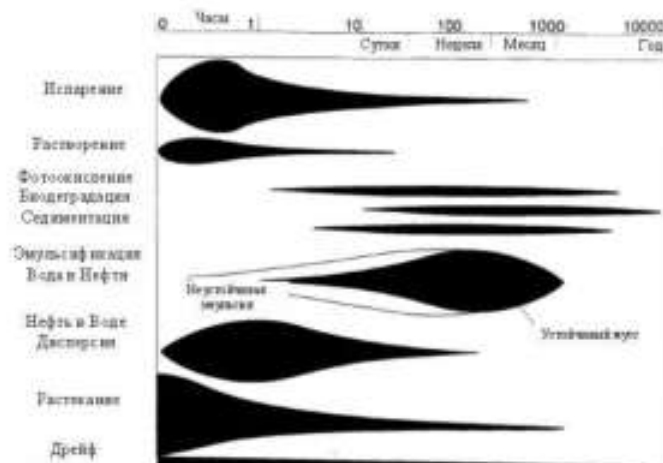


Рис. 3.2. Временные характеристики основных процессов, в которых участвует нефтяное пятно

Понимание этих процессов и того, как они, взаимодействуя, изменит состояние нефти и/или нефтепродуктов со временем, необходимо при проведении оценок воздействия на окружающую среду и в подготовке и осуществлении плана реагирования на аварийный сброс нефти и/или нефтепродуктов в море. Эволюция нефти и/или нефтепродуктов в море определяется следующими основными процессами.

Перемещение (дрейф) – перемещение нефти и/или нефтепродуктов по поверхности воды за счет действия сил ветра, волн и течения (Рис.3.3). Часть нефти и/или нефтепродуктов, оставшаяся на поверхности воды в виде пленки, подвергается воздействию гидрологических и метеорологических факторов. Достигая критической толщины в 0,1 мм, нефтяное пятно распадается на более мелкие фрагменты. Нефть дрейфует по направлению ветра со скоростью, составляющей 3-4% от скорости ветра. При сильном волнении происходит быстрое рассеивание нефти и/или нефтепродуктов в слое активного перемешивания, значительная часть ее эмульгируется.



Рис. 3.3. Факторы дрейфа нефти и/или нефтепродуктов



Оценка экологических рисков и математическое моделирование распространения разливов судового топлива в морской среде

Растекание – увеличение площади нефти и/или нефтепродуктов особенно в начальные периоды разлива. Происходит в результате действия гравитационных сил и сил поверхностного натяжения с одной стороны, а также инерционных и вязких сил с другой. Действие первых направлено на увеличение площади, вторых – на сопротивление первым. Действие ветра, волн и прилива вызывает дрейф, который накладывается на растекание. Различные процессы выветривания не являются независимыми, например растекание увеличивает испарение за счет увеличения площади, в результате испарения изменяются физические свойства, которые влияют на скорость растекания. Растекание один из основных процессов влияющих на загрязненную площадь. Распространение нефти и/или нефтепродуктов по поверхности воды обуславливается силой тяжести, максимальные размеры нефтяного пятна определяются вязкостью нефти и/или нефтепродуктов и силами поверхностного натяжения. Фэй показывает наличие трех стадий, первая гравитационно-инерционная, вторая гравитационно-вязкая, на третьей основная движущая сила – сила поверхностного натяжения. При этом нефть теряет летучие и водорастворимые фракции, оставшиеся более тяжелые и вязкие тормозят процесс растекания.

Испарение – физико-химический процесс, приводящий к массопереносу углеводородов с морской поверхности в атмосферу. Это – важнейший исходный атмосферный процесс, в результате которого все летучие фракции (легкие фракции) нефти и/или нефтепродуктов улетучиваются в течение первых нескольких часов после разлива нефти и/или нефтепродуктов. В первые несколько суток некоторая часть нефти и/или нефтепродуктов переходит в газовую фазу (легкие нефти и/или нефтепродукты – до 75%, средние – до 40%, тяжелые – до 5-10%). Другая важная роль процесса испарения заключается в изменении физических и химических свойств нефти и/или нефтепродуктов (в частности, ее плотности, вязкости, содержания воды и т.д.).

Атмосферный перенос – перенос испарившихся нефтепродуктов в атмосфере.

Эмульгирование /образование мусса – физико-химический процесс формирования эмульсии типа вода-в-нефти, приводящий к увеличению вязкости нефти и/или нефтепродуктов. В результате волнения и перемешивания нефти и/или нефтепродуктов с водой возможно образование двух типов эмульсий: вода в нефти и нефть в воде.

Проникновение нефти и/или нефтепродуктов в водную толщу / диспергирование – перенос нефти с морской поверхности в водную толщу, вызванный обрушением волн, образование эмульсии типа нефть-в-воде. Диспергирование представляет собой физический процесс, при котором макроскопические сферические частицы нефти переносятся с морской поверхности в толщу воды вследствие разрушения волнами. Унесенная нефть и / или нефтепродукты разбивается на капли разного размера, которые распространяются и диффундируют в толщу воды. На стабильность диспергирования влияют такие факторы, как размеры капель, их плавучесть и турбулентность. Основными источниками энергии диспергирования являются разрушающиеся волны, образующиеся под действием ветра на поверхности моря. Диспергированные нефтепродукты подлежат усиленному растворению и биодеградации.

Растворение – физико-химический процесс, в результате которого часть массы нефти и/или нефтепродуктов из пленочной или капельной фазы переходит в водную толщу. Растворение – это процесс, приводящий к массопереносу углеводородов (растворимых в воде фракций) из поверхностной, тонкой нефтяной пленки и капель нефти и/или нефтепродуктов в толщу воды.



Оценка экологических рисков и математическое моделирование распространения разливов судового топлива в морской среде

Массоперенос, происходящий вследствие молекулярной диффузии, протекает более медленно по сравнению с испарением. Большинство исследователей отмечают, что до 15% нефтяных углеводородов могут растворяться. Прежде всего, это низкомолекулярные алканы и ароматические углеводороды. Процесс растворения более длителен, чем процесс испарения, в большей мере зависит от природных условий. Концентрация растворенных в воде углеводородов под поверхностной, тонкой взвесью сначала возрастает, а затем быстро уменьшается, спустя несколько часов в результате улетучивания компонентов при испарении. Растворение имеет важное значение при неинтенсивном испарении (диспергированные капли нефти и покрытые льдом поверхности). Растворенные углеводороды наиболее подвержены биодеструкции.

Фотоокисление - трансформация нефтяных углеводородов под действием солнечного света. Наряду с вышеописанными физическими процессами в нефтяном пятне протекают и химические. Их проявление заметно не ранее, чем через сутки после попадания нефти и/или нефтепродуктов в морскую среду. Преобладают процессы окисления, сопровождающиеся фотохимическими реакциями, вызванными ультрафиолетовым излучением.

Биодegradация - уменьшение массы нефти в водной толще за счет действия микроорганизмов. Биодegradация или биодеструкция - это биохимический процесс, изменяющий или превращающий углеводороды нефти благодаря жизнедеятельности микроорганизмов и (или) поглощению и удерживанию внутри микроорганизмов. Биохимические процессы разложения нефти определяют конечную судьбу большинства оставшихся в морской среде нефтяных углеводородов. Degradация нефти и / или нефтепродуктов происходит в результате ряда ферментных реакций на основе оксигеназ, дегидрогеназ и гидролаз. Больше других подвержены биохимическому разложению алканы, при увеличении сложности молекулы скорость дegradации значительно снижается.

К числу факторов, определяющих скорость реакций, относятся также степень диспергированности нефти, температура воды, содержание биогенных веществ и кислорода и видовой состав нефтеокисляющих микроорганизмов.

Погружение нефти и/или нефтепродуктов в воду/ осаждение на дно - происходит за счет увеличения плотности нефти из-за процессов выветривания или вследствие захвата нефтяных капель микроорганизмами. В результате осаждения на морском дне образуются отложения адсорбированных частиц нефтяных осадков. Седиментация нефти может происходить и при ее сорбции на частичках взвеси. От 10 до 30% углеводородов может осесть на дно при наличии достаточного количества взвесей в воде и активного перемешивания водных масс.

Наряду с физической седиментацией происходит биоседиментация – фильтрация планктоном эмульгированной нефти и осаждение ее на дно вместе с организмами и продуктами их жизнедеятельности в виде пеллет.

Существенную роль в повышении концентрации нефтяных углеводородов в придонных водах играет вторичное загрязнение, связанное с поступлением их из верхнего слоя донных осадков. Интенсивность вторичного загрязнения нефтью тесно связана с гранулометрическим составом и сорбционной способностью донных осадков.

Взаимодействие с берегом - происходит за счет переноса нефти в направлении берега и вследствие атмосферного переноса испарившейся нефти. Взаимодействие со льдом - перенос и



Оценка экологических рисков и математическое моделирование распространения разливов судового топлива в морской среде

выветривание нефти в условиях замерзающего, тающего и движущегося ледового покрова. Механическая или иная очистка моря - использование механических или химических средств для удаления нефти с поверхности моря.

Из приведенного схематического описания поведения нефти и/или нефтепродуктов в море видно, что оно определяется многими процессами, происходящими как в самой нефти, так и в окружающей морской среде. Все они, так или иначе, воздействуют на устойчивость нефти попавшей в море, которая также определяется свойствами самой нефти (Рис.3.4, Таблица 3.1). Часть перечисленных процессов изучена достаточно хорошо и может быть промоделирована, часть процессов может быть описана на уровне достаточно простых параметризаций, основанных на экспериментальных данных, данные по ряду процессов практически отсутствуют.

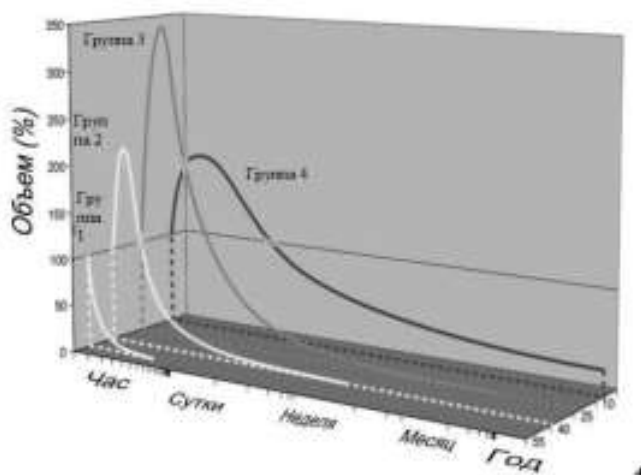


Рис. 3.4. Характеристики выветривания разных типов нефти и/или нефтепродуктов



Оценка экологических рисков и математическое моделирование распространения разливов судового топлива в морской среде

Таблица 3.1.

Характеристика различных типов нефти и/или нефтепродуктов по степени устойчивости

Группа	Удельный вес	Примеры
Группа I	< 0.8	газолин, керосин
Группа II	0.8 - 0.85	старая нефть на месторождении Абу-Даби, газойль
Группа III	0.85-0.95	арабская сырая нефть, нефть на месторождениях северного моря, например Фортис (Forties)
Группа IV	> 0.95	Тяжелая топливная нефть, сырая нефть месторождений Венесуэлы



Оценка экологических рисков и математическое моделирование распространения разливов судового топлива в морской среде

4 ХАРАКТЕРИСТИКА МОДЕЛЬНО-РАСЧЁТНОГО КОМПЛЕКСА «ЭКО-РИСК»

Существует несколько основных подходов к моделированию распространения нефти и/или нефтепродуктов:

- при помощи асимптотических формул, полученных из рассмотрения идеализированных гидродинамических сценариев растекания;
- путём решения уравнений движения для ограниченного объема пленки вязкой жидкости, движущейся по поверхности более плотного субстрата в условиях поглощающих контактных границ;
- путем решения уравнения переноса-диффузии с нелинейным коэффициентом диффузии и учетом сил поверхностного натяжения.

Последний подход реализован в модели «ЭКО-РИСК». Ее математическое описание приведено в Приложении 1. Данная модель значительно расширяет возможности для прогнозирования распространения нефтяных разливов в море по сравнению с ранее опубликованными и утвержденными Ростгидрометом «Временными рекомендациями по прогнозированию распространения нефти в море». Она была использована при проектировании объектов нефтегазовой отрасли в Обской губе, на шельфе Сахалина, Карском, Баренцевом, Балтийском и Каспийском морях.

Использованная модель основана на решении нелинейных уравнений переноса-диффузии и не уступает внешне более сложным моделям на основе осредненных по вертикали уравнениях Навье-Стокса.

Модель описывает процессы:

- растекание нефтяного slicka за счет положительной плавучести;
- перемещение и деформацию нефтяного slicka под действием ветра и течений;
- диффузионное рассеяние нефти по поверхности моря и в водной толще;
- испарение многокомпонентной смеси нефтепродуктов;
- забивание нефти в воду, образование эмульсии типа нефть - в воде;
- старение нефти (weathering) за счет процессов испарения и эмульгирования;
- взаимодействие нефти с боновыми загрязнениями и скиммерами;
- трансформацию нефти под действием диспергаторов.

При моделировании используется следующая информация:

- гидрометеорологические условия - ветер, течения, температура воды, волнение;
- сведения о нефти - фракционный состав, плотность, вязкость, поверхностное натяжение;
- координаты источника сброса;
- сведения об источнике сброса - количество сброшенной нефти или интенсивность сброса, или задание контура нефтяного slicka и его средней толщины по аэрокосмической информации;



Оценка экологических рисков и математическое моделирование распространения разливов судового топлива в морской среде

- батиметрическая карта района, в котором проводится моделирование;
- контур береговой линии - координаты отрезков, составляющих полигональную аппроксимацию берегов;
- положение и скорость движения боновых заграждений;
- информация о воздействии на пятно химических диспергаторов или механических средств сбора.

В результате моделирования предоставляется информация:

- карты концентраций нефти на поверхности водного объекта;
- количество испарившейся нефти;
- количество нефти забитой в воду;
- количество нефти на берегу и распределение её вдоль берегового контура;
- изменение содержания компонент в слике на поверхности и, следовательно, изменение его плотности.

Модель обладает следующими особенностями:

- процессы, связанные с положительной плавучестью нефти описываются нелинейными уравнениями переноса - диффузии. Для их решения используется лагранжев подход на основе метода блуждающих частиц, что предоставляет широкие возможности для параметрического описания различных процессов. Полигональная аппроксимация берегового контура в модели позволяет использовать в расчетах электронные карты побережий;
- математическая постановка задачи и разработанная вычислительная технология позволяет считать разливы нефти от разнообразных источников, в том числе множественных.

Параметры ветрового волнения рассчитываются по локальному ветру для параметризации забивания капель нефти в воду. Волнение оказывает влияние на процессы эмульгирования нефти и эффективность механических и химических методов борьбы с разливом.

Нефтяной слик, находясь в контакте с берегом или портовыми сооружениями, частично осаждается на их поверхности. Количество нефти, задержавшейся или осевшей на берегу, рассчитывается. Используемая параметризация процесса осаждения нефти на твердом контуре построена на схеме, в которой элементы береговой линии имеют изменяющуюся поглощающую способность, а скорость осаждения предполагается пропорциональной толщине нефти, находящейся в контакте с берегом.

Для использования в модели нефть или нефтепродукт должны быть заданы своими физическими свойствами - плотностью, вязкостью и поверхностным натяжением, а также фракционным составом нефти. Нефть представляется как смесь углеводородных соединений. Разбиение на группы с известными свойствами может быть различным. Наиболее распространенными являются представления нефти как набора компонент, различающихся температурой кипения (российский ГОСТ 11011-85 или американский стандарт ASTM D-86).



Оценка экологических рисков и математическое моделирование распространения разливов судового топлива в морской среде

Эмульсия типа вода в нефти, или как ее часто называют «шоколадный мусс», образуется при взбивании нефти в морской среде за счет ветровых волн или других динамических процессов. Следствием является резкое увеличение вязкости нефти, увеличение объема растекающейся субстанции за счет вбивания капель воды в нефть.

Боновое ограждение в модели имитируется, как неподвижная или движущаяся контактная граница. Нефть в зависимости от гидрометеоусловий может проникать за боновое ограждение. Сколько нефти пропускает бон при различных гидрометеорологических условиях, зависит от его технических характеристик. Аналогично, нефтесборщики характеризуются некоторой эффективностью сбора нефти на площади своего сканирования. Эти процессы имитируются.



Оценка экологических рисков и математическое моделирование распространения разливов судового топлива в морской среде

5 МЕТОДИКА ОЦЕНКИ РАСПРОСТРАНЕНИЯ УГЛЕВОДОРОДОВ В АВАРИЙНЫХ СИТУАЦИЯХ

Методика расчётов возможного распространения нефти и/или нефтепродуктов в случае аварийного разлива основывается на модельном воспроизведении возможных сценариев поведения нефти при заданных гидрометеорологических условиях.

Оценки распространения аварийных разливов нефти в водной среде проводятся отдельно для эксплуатационных разливов и для экстраординарных разливов нефти. Сценарии обеих ситуаций, как правило, составляются специалистами по анализу рисков.

Заданные гидрометеорологические условия (поля ветра и течений, включая приливы) имитируют типичные, а иногда и экстремальные, для района Охотского моря, гидрометеорологические ситуации. Предполагается, что нефтяной разлив может с равной вероятностью произойти в любой момент заданной гидрометеорологической ситуации. Метеорологическая ситуация, которая будет использована для оценок, может быть сконструирована на основании анализа многолетних данных синоптических наблюдений. Располагая непрерывными и достаточно продолжительными данными о полях приземного ветра и давления и соответствующими этим полям рассчитанными по математической модели полями морских течений можно сконструировать набор равновероятных сценариев гидрометеороусловий.

Так, например, последовательно сдвигая начальную точку ряда из 60-ти суточной серии наблюдений с дискретностью в 6 часов, можно получить более двухсот различных наборов одно, двух, трех, четырех и т.д. (до 20-ти) суточных реализаций для расчета возможных траекторий движения нефтяных slicks. Преимущества этого подхода заключаются в том, что при должной статистической обеспеченности ряда, естественным образом воспроизводятся переходы от одной «типичной» метеоситуации к другой. В осенне-зимний период влияние на распространение нефти в случае аварийного сброса в морскую среду будут оказывать ледовые условия – сплоченность, толщина и скорость дрейфа льда.

Можно выделить следующие основные этапы проведения оценок распространения нефти после аварийного сброса в море.

- Подготовка сценариев гидрометеорологических условий на основе анализа архивных данных и реконструкции недостающей информации с помощью математических моделей, включающих модели расчета полей приземного ветра, моделей морских течений и другие модели, необходимые для решения конкретных задач.
- Подготовка сценариев возможных аварийных сбросов нефти в морскую среду при реализации проекта, на основе анализа рисков разливов. Расчет вероятности возникновения аварийных разливов углеводородов различных объемов на основе статистических данных.
- Траекторный анализ: определение условной вероятности попадания нефтяного slicka в различные точки акватории и береговой зоны. Расчет возможных траекторий переноса загрязнений и их последующий анализ с целью определения пересечений траекторий движения нефтяных slicks с экологически уязвимыми объектами на побережье и акватории. Выполняется без учета вероятности объемов разлива и выветривания, на



Оценка экологических рисков и математическое моделирование распространения разливов судового топлива в морской среде

основе моделирования движения маркеров под действием гидродинамических факторов (ветер, течения). Аппроксимация этих вероятностей для различных моментов времени аналитической зависимостью.

- Расчет процессов физико-химической трансформации нефтяного разлива, за счет которых часть нефтяных фракций в результате испарения попадет в атмосферу, и будет распространяться, как атмосферное загрязнение, часть нефти в виде эмульсии нефть-в-воде проникнет в водную толщу и будет формировать внутримассовое загрязнение морской среды. Расчет характеристик выветривания в средних условиях и при конкретных величинах параметров окружающей среды. Получение таблиц выветривания характеризующих количество нефти остающейся на поверхности, испарившейся, диспергированной в воду и изменение ее свойств.

Для удобства определим два существенных понятия, используемых в дальнейшем изложении. Зона риска – область акватории, где разлив нефти теоретически может оказаться пределах заданных временных промежутков после начала аварии (1 день, 3 дня, 5 дней и т.д.), если не будут предприняты меры по локализации и ликвидации разлива нефти. Зоны риска определяются статистической обработкой множества равновероятных траекторий движения нефтяных пятен, обусловленных гидрометеорологическими условиями рассматриваемого региона и режимом аварийного сброса нефти, в них не учитывается информация о вероятностях объемов разлива и процессы выветривания.

Масштаб воздействия – оценка линейных и площадных характеристик нефтяного разлива, изменяющихся с течением времени после сброса под действием растекания, диффузии, физико-химических процессов. Масштаб воздействия зависит от количества сброшенной в воду нефти, и ее физико-химических свойств, режима сброса (продолжительный или одномоментный), гидрометеорологических условий. Масштаб воздействия может измениться на порядок величины, в зависимости от конфигурации береговой линии по отношению к направлению ветра и при наличии течений.

Рассматриваемые совместно статистические оценки загрязнения акватории и оценки «выветривания» нефти на поверхности моря дают представление о пространственно-временных масштабах развития предполагаемой аварии в морской среде, зонах риска загрязнения акватории и побережья и масштабах воздействия.

Проведенные расчеты и их последующий анализ дают представление о пространственно-временных масштабах распространения аварийных сбросов дизельного топлива в районе Охотского моря и Карского моря, на основании которых возможна выработка эффективных стратегий защиты морской среды и побережий от вероятных разливов.



Оценка экологических рисков и математическое моделирование распространения разливов судового топлива в морской среде

6 ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ ДЛЯ РАСЧЕТОВ

6.1. Свойства нефти и/или нефтепродуктов

К основным физическим характеристикам нефти и /или нефтепродуктов относятся: плотность, вязкость, температура застывания и вспышки. Плотность определяет плавучесть, влияет на процессы растекания и на естественную дисперсию.

Температурой застывания нефти считается температура, ниже которой нефть становится полутвердой и теряет текучесть. Застывание происходит в результате образования внутренних микрокристаллических структур. Температура вспышки - это температура, при которой над поверхностью разлитой нефти образуются пары в достаточном количестве для создания воспламеняющейся смеси. Эта характеристика важна для оценки обеспечения безопасности операций при ликвидации разливов.

Некоторые компоненты нефти растворяются в воде. Обычно, более летучие компоненты лучше растворяются в воде. Несмотря на то, что растворимость невелика относительно испаряемости, тем не менее, может быть значительной с точки зрения токсичности для морских организмов.

Расчеты физико-химической трансформации разлива были проведены на основании соотношений, приведенных в Приложении 1, и данных о физико-химических свойствах нефти, указанных ниже. Эти данные соответствуют дизельному топливу.

Фракции нефти, выкипающие при 230-360°C и занимающие промежуточное между керосином и соляровым маслом (более тяжелыми фракциями нефти, выкипающими при 300-400°C) положение, называют газовым маслом или газойлем. Обычно газойль готовился из 60% керосина и 40% солярового масла. Однако с 1937 г. в связи с развитием быстроходных дизелей стали появляться топлива под названием дизельных, которые по своему фракционному составу лишь незначительно отличались от газойля (выкипали при температурах 190-350°C). С 1942 г. эти топлива перестали называть газойлем и во все спецификации они стали входить как дизельные топлива. Иными словами, дизельные топлива - это более тяжелые, чем керосин, но более легкие, чем соляровое масло, топлива, используемые в быстроходных дизельных двигателях.

По трубопроводам перекачиваются дизельные топлива: летние, зимние и экспортное. Отечественная промышленность в соответствии с требованиями ГОСТ 305-82 для различных условий применения вырабатывает топливо трех марок:

Л - летнее для использования при положительной температуре;

З - зимнее для эксплуатации при температуре окружающего воздуха до - 20°C с температурой застывания (потерей подвижности) не выше - 35°C. В тех случаях, когда двигатели эксплуатируют при температуре до - 35°C, используют зимнее топливо с температурой застывания не выше - 45°C;

А - арктическое для эксплуатации при температуре окружающего воздуха до - 50°C, с температурой застывания не выше - 55°C.

Качество дизельного топлива оценивается по многим параметрам. Среди них важнейшими являются следующие показатели.



Оценка экологических рисков и математическое моделирование распространения разливов судового топлива в морской среде

Цетановое число - это условная количественная характеристика воспламенительных свойств дизельного топлива, численно равная процентному содержанию хорошо воспламеняемого цетана (углеводородной жидкости, цетановое число которой принимается за 100) в его смеси с плохо воспламеняемым α — метилнафталином (углеводородной жидкостью, цетановое число которой принимается за 0), эквивалентной по воспламенительным свойствам испытываемому топливу при стандартных условиях испытаний.

Для дизельного топлива всех марок цетановое число не должно быть ниже 45. Использование топлива с цетановым числом выше 60 нецелесообразно, так как процесс сгорания практически не улучшается.

Фракционный состав дизельного топлива характеризует наличие в нем спектра углеводородов. В стандартную колбу наливают 100 мл топлива и нагревают. Испарившуюся часть топлива конденсируют в специальном приемнике-холодильнике. При этом отмечают, какая часть топлива перегналась из колбы в приемник при заданной температуре.

Зимние сорта топлива по сравнению с летними имеют облегченный фракционный состав - 96% топлива выкипает при температуре не выше 340°C (летние - не выше 360°C) и меньшую вязкость (1,8 ÷ 5,0 сСт).

Сера, содержащаяся в топливе, определяется сжиганием 1,5 ÷ 5,0 мл топлива в стандартной лампочке с приспособлением для улавливания сернистого газа.

Температура вспышки для топлива марки Л должна быть выше 40°C, марки З - выше 30°C, марки А (арктическое) - выше 30°C для дизелей общего назначения и соответственно: Л - выше 61°C, З - выше 40°C, А - выше 35°C.

Температура помутнения - это температура, при которой топливо теряет фазовую однородность. Для летних сортов топлива она должна быть не выше -5°C (температура застывания - 10°C), для зимних - на 10°C выше температуры застывания (- 25 и - 35°C). Для обеспечения надежной работы дизельных двигателей необходимо, чтобы температура помутнения была на 6÷8°C, а застывания – на 10÷15°C ниже температуры окружающего воздуха.

Вязкость топлива определяет свойства его текучести. Динамической вязкостью, измеряемой в сантиПуазах (1 сПз = 10^{-3} Па·с = 10^{-3} кг/(м·с)), называется коэффициент пропорциональности касательного напряжения сдвига между слоями топлива перепаду скоростей движения этих слоев, рассчитанному на единицу расстояния между ними. Однако чаще используют кинематическая вязкость топлива, измеряемую в сантиСтokesах (1 сСт = 10^{-2} Ст = 10^{-6} м²/с) и определяемую отношением динамической вязкости к плотности топлива.

Характер изменения вязкости для всех нефтепродуктов одинаков (с повышением температуры вязкость уменьшается, а с понижением - возрастает, особенно интенсивно при отрицательной температуре), а абсолютное изменение зависит от химического состава. Наиболее заметно изменение температуры влияет на вязкость летних сортов. Изменение вязкости относительно нормируемых значений оказывает отрицательное влияние на работу двигателя. Чем выше значение вязкости при температуре 20 °С, указанной в паспорте качества, тем сильнее изменения, происходящие при понижении температуры. Летние сорта загустевают уже при температуре минус 5÷10 °С, поэтому возрастает сопротивление движению топлива по трубопроводам, особенно высокого давления. При



Оценка экологических рисков и математическое моделирование распространения разливов судового топлива в морской среде

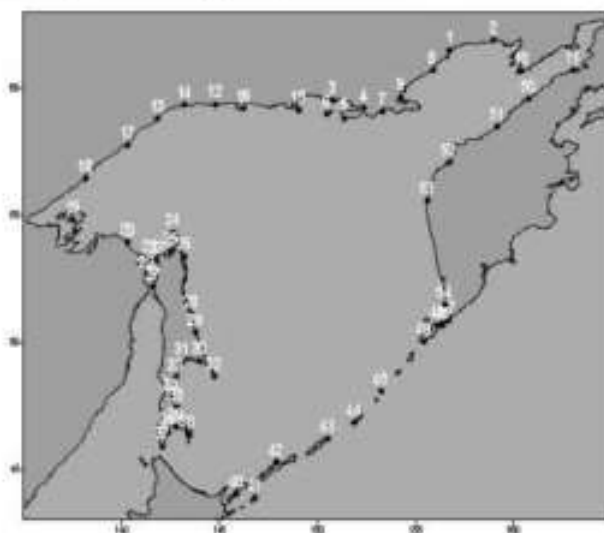
значительном повышении вязкости нарушается нормальная работа топливopодающей аппаратуры, иногда подача топлива вообще прекращается. Зимние сорта сохраняют подвижность до более низкой температуры (минус 25+35 °С). Плотность дизельных топлив для марок Л и З при температуре 20°С находится в пределах 860 и 840 кг/м³, соответственно. В Таблице 6.1.1 приведен составы дизельного топлива, использованный в качестве исходных данных в моделировании.

Таблица 6.1.1.
Характеристики дизельного топлива в моделировании

	Описание	Температура кипения °С	Дизельное топливо
Алканы			
Нонан	C9H20	150.85	5%
Декал	C10H22	174.15	24%
Додекан	C12H26	216.3	9%
Тридекан	C13H28	235.5	31%
Гексадекан	C16H34	286.8	15%
Гептадекан	C17H36	302.05	7%
Еικοзап	C20H42	353	3%
Ароматы			
Butylbenzol	C10H14	183.3	3%
Fenantren	C14H10	339.4	2%
Pyrene	C16H8	403.25	1%

6.2. Ветровые условия

Для проведения численных расчетов течений в Охотском море и распространения нефтяного разлива были подготовлены данные о ветре для 2019г. Ветер и давление получены по данным ГМС¹ (Рис. 6.2.1.) В качестве иллюстрации на Рис. 6.2.2. приведены поля ветра, а в таблицах 6.2.2.-6.2.4. приведены данные о повторяемости ветра по данным ГМС.



¹ <http://rps.ru/>



Оценка эммологических рисков и математическое моделирование распространения разливов судоного топлива в морской среде

Рис. 6.2.1. Положение ГМС района

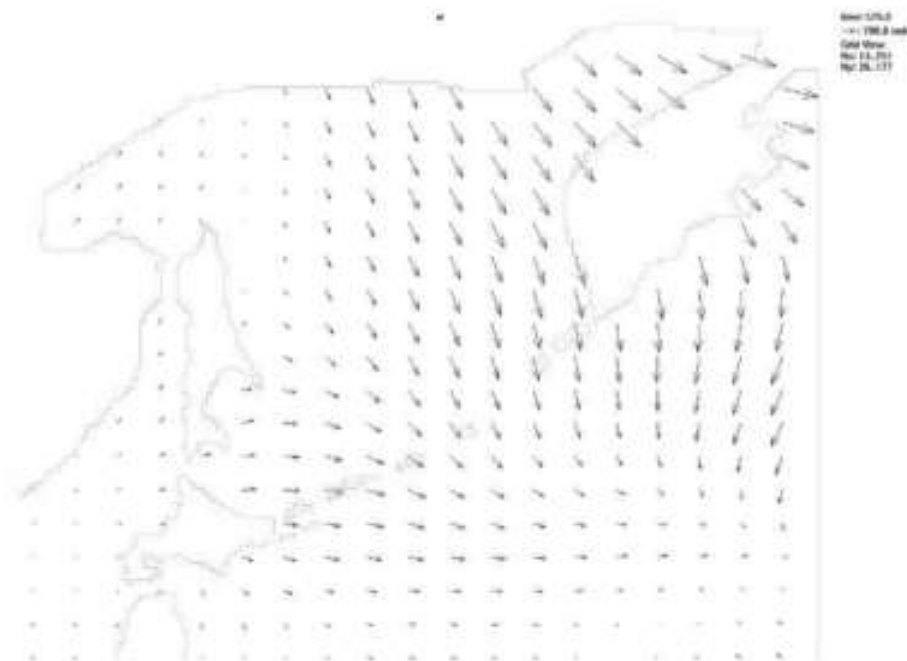


Рис. 6.2.2. Поля ветра на конкретный момент по данным ГМС

Таблица 6.2.1.

Список гидрометеорологических станций на побережье Охотского моря

№ станции	Название станции	Самоназванный адрес	Широта	Долгота
1	Петрова Дрочка	23016	61°22'	136°40'
2	Нашич	23021	61°13'	138°39'
3	Масдан	23013	59°13'	132°40'
4	Миньковская	23012	59°12'	132°20'
5	Алгача, мыс	23016	58°20'	131°20'
6	Эвьянск, остров	23017	59°00'	130°20'
7	Белый, мыс	23018	59°00'	131°20'
8	Шенгели	23020	60°43'	131°02'
9	Белый	23022	59°18'	134°16'
10	Тайгачи	23032	60°41'	140°54'
11	Чодромул	23041	60°48'	143°01'
12	Ива	31026	59°12'	144°41'
13	Ула	31027	59°48'	141°11'
14	Окут	31028	59°12'	141°12'
15	Стефанова, остров	31029	59°08'	140°12'
16	Ула	31027	59°12'	141°11'



Программа работ «Создание региональной сети опорных геолого-геофизических профилей с целью изучения геологического строения, структуры и оценки перспектив нефтегазоносности осадочных бассейнов Охотского моря»

Оценка экологических рисков и математическое моделирование распространения разливов судового топлива в морской среде

17	Эгит	31163	57°40'	140°19'
18	Ага	31168	56°27'	138°09'
19	Кылайыт Шыгыра, остр.	31174	54°50'	147°32'
20	Итти, мыс	31182	53°37'	140°20'
21	Ийиккэ, остр.	31186	53°18'	141°29'
22	Дэвэрэ	31195	52°40'	141°17'
23	Рыбынох	32004	52°15'	141°40'
24	Ныроно	32013	54°20'	142°30'
25	Мөөккэно	32014	53°34'	142°20'
26	Оагыт	32017	53°24'	143°12'
27	Пөтөйө	32027	52°13'	141°30'
28	Кэдрэ	32059	51°07'	143°34'
29	Пөтөккэно	32076	50°24'	143°46'
30	Вэдьэвэрэно	32086	49°17'	142°59'
31	Пөтөккэ	32088	49°13'	143°06'
32	Күтүккэ, мыс	32089	48°29'	144°44'
33	Мэдьэ	32116	48°27'	142°47'
34	Вэдьэ	32131	47°01'	142°22'
35	Стародобнос	32136	47°28'	142°40'
36	Кэрдэно	32146	46°27'	142°21'
37	Күтүккэ, мыс	32149	45°56'	142°02'
38	Шөтөно	32156	46°23'	143°21'
39	Кэрдэно	32158	46°29'	142°46'
40	Күтүккэ-Күтүккэ	32165	46°01'	143°52'
41	Мэдьэвэрэно	32166	45°33'	140°20'
42	Күтүккэ	32174	45°15'	143°53'
43	Тэти	32186	46°12'	139°30'
44	Сыдыккэ	32195	46°51'	151°52'
45	Мага	32207	48°04'	152°12'
46	Шөтө	32212	50°09'	150°24'
47	Дэвэрэ, мыс	32213	50°52'	150°41'
48	Сыдыккэ-Күтүккэ	32215	50°01'	150°08'
49	Вэдьэвэрэ, мыс	32217	50°02'	155°25'
50	Тэти	32221	50°36'	160°49'
51	Утэ-Пөтөккэ	32252	58°30'	159°10'
52	Утэ-Найраһыно	32287	57°05'	150°42'
53	Нэа	32411	55°29'	155°25'
54	Ойуна	32594	51°29'	150°29'

Таблица 6.2.2.

Двумерная многолетняя повторяемость по скорости и направлению ветра на станции Магадан

Скорость ветра, м/с	Повторяемость, %									
	С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ	Шторм	Общая повторяемость
00-01	0,58	2,03	2,24	0,29	0,17	0,62	2,28	0,27	6,97	15,44
02-03	2,06	14,53	11,07	0,59	0,29	2,41	9,2	0,37	0	40,51
04-05	1,15	11,64	6,94	0,71	0,11	1,66	6,49	0,11	0	28,3
06-07	0,38	4,12	3,24	0,09	0,11	0,51	1,38	0,02	0	9,86
08-09	0,11	1,96	2,06	0,04	0,04	0,09	0,15	0	0	4,45
10-11	0,03	0,48	0,54	0,01	0,02	0,01	0,01	0	0	1,1
12-13	0	0,1	0,15	0	0,01	0,01	0	0	0	0,27
14-15	0	0,01	0,02	0	0	0	0	0	0	0,03
16-17	0	0,01	0,01	0	0	0	0	0	0	0,02
18-20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
21-24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
25-28	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
29-34	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
35-40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0



Оценка экологических рисков и математическое моделирование распространения разливов судового топлива в морской среде

40-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Общая повторяемость	4,3	34,87	26,27	1,24	0,76	5,3	19,51	0,78	6,97	

В Магадане в течение года преобладает ветер северо-восточного и восточного и направлений - 34,9 и 26,3% соответственно, повторяемость других направлений ветра не превышает 12%. (табл. 3). Очень мала повторяемость северо-западных ветров и крайне редки ветра южных румбов - около 2%. Преобладающие скорости ветра - 2-5 м/с с повторяемостью более 51 %. Ветра 2-7 м/с имеют повторяемость 88%. Скорости ветра более 15 м/с практически не наблюдаются. Повторяемость штгилей незначительна - около 3%.

Таблица 6.2.3.

Двумерная многолетняя повторяемость по скорости и направлению ветра на станции Аян

Скорость ветра, м/с	Повторяемость, %									Общая повторяемость
	С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ	Штгиль	
00-01	4,21	6,17	1,76	0,57	2,52	2,58	2,1	0,99	0	12,11
02-03	6,32	12,09	3,07	0,75	4,86	8,22	5,41	2,4	0,01	0
04-05	1,7	6,83	1,29	0,08	1,46	3,05	1,27	0,39	0,01	0
06-07	0,44	2,82	0,57	0	0,32	0,18	0,15	0,05	0	0
08-09	0,13	1,21	0,3	0	0,02	0,04	0,01	0,01	0	0
10-11	0,04	0,48	0,09	0	0	0,01	0	0,01	0	0
12-13	0,02	0,32	0,1	0	0,01	0	0	0	0	0
14-15	0,01	0,12	0,02	0	0	0	0	0	0	0
16-17	0,01	0,05	0,01	0	0	0	0	0	0	0
18-20	0,01	0,02	0,01	0	0	0	0	0	0	0
21-24	0,01	0,01	0	0	0	0	0	0	0	0
25-28	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
29-34	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
35-40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
40-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Общая повторяемость	12,9	50,11	7,22	1,4	9,18	14,25	8,94	3,85	0,03	

На станции Аян преобладают северо-восточные ветры - 30%, нередки ветра северного (13%) и юго-западного (14%) направлений (табл.4). Повторяемость ветра северных румбов - 43%, южных - 25%. Повторяемость ветра юго-восточного направления минимальна. Ветры со скоростями 2-5 м/с наблюдаются довольно часто, их повторяемость - 59%. Достаточно высока повторяемость ветра <1 м/с - 21%, а ветры 0-5 м/с встречаются в более чем 79% случаев. Повторяемость ветра >15 м/с мала и не превышает 0,1%, штгилей на станции практически не наблюдаются.

Таблица 6.2.4.

Двумерная многолетняя повторяемость по скорости и направлению ветра на станции Ича

Скорость ветра, м/с	Повторяемость, %									Общая повторяемость
	С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ	Штгиль	
00-01	0,88	0,95	1,22	0,5	0,82	0,44	0,7	0,37	1,21	7,09
02-03	4,87	3,78	3,7	2,49	4,67	2,05	2,5	1,96	0	30,01
04-05	5,75	4,64	5,9	2,77	5,65	2,39	1,99	1,9	0	31,01
06-07	3,51	1,33	1,72	1,18	4,15	1,56	1,38	0,9	0	15,75
08-09	1,98	0,48	0,56	0,35	3,14	0,93	1,37	0,55	0	9,36
10-11	0,67	0,1	0,18	0,11	1,59	0,44	0,83	0,27	0	4,19
12-13	0,17	0,03	0,06	0,03	0,68	0,23	0,42	0,11	0	1,73
14-15	0,04	0,02	0,04	0	0,23	0,13	0,15	0,03	0	0,64
16-17	0,01	0	0,01	0	0,07	0,03	0,05	0,01	0	0,18
18-20	0	0	0,01	0	0,01	0,02	0,01	0	0	0,05
21-24	0,01	0	0	0	0,01	0	0	0	0	0,02



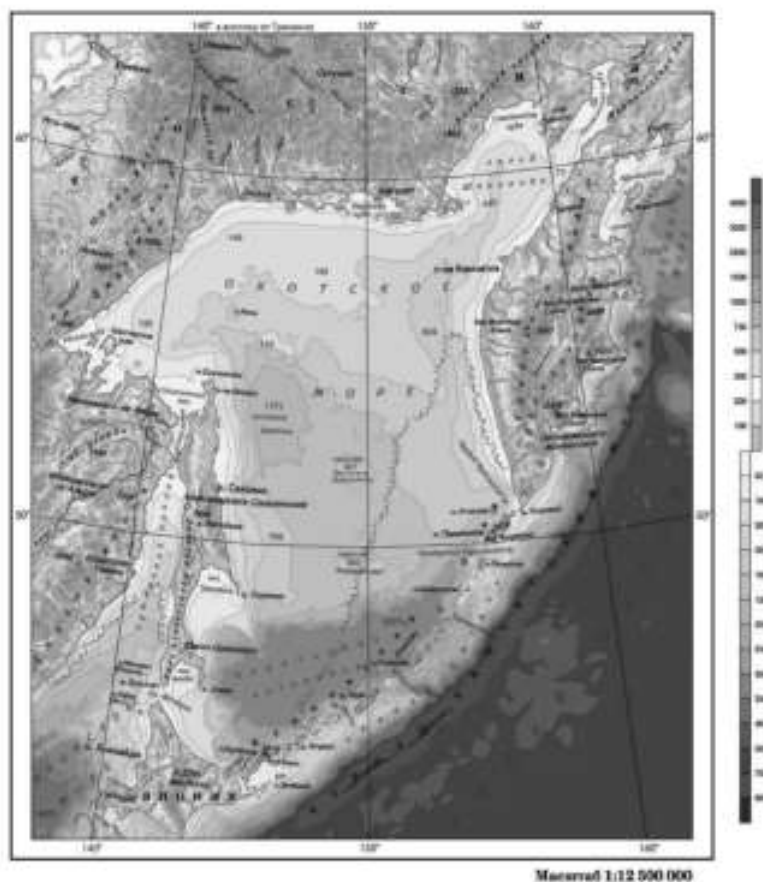
Оценка экологических рисков и математическое моделирование распространения разливов судового топлива в морской среде

25-28	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
29-34	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
>35	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Общая повторяемость	17,89	13,34	15,39	7,44	21	8,22	9,39	6,11	1,21	

В течение года на станции Ича не наблюдается ветров ярко выраженных направлений (табл. 5). Повторяемость северного и южного ветров примерно одинакова - 18 и 21% соответственно. Повторяемости ветров северных (около 38%) и южных (около 37%) румбов также практически равны. Преобладают скорости ветра 2-5 м/с с повторяемостью 61%. Повторяемость скоростей ветра от 2 до 7 м/с равна 77%. Скорости ветра более 15 м/с встречаются крайне редко - 0,1%. Повторяемость штилей чуть более 1%.

6.3. Течения

Для расчета течений, соответствующих подготовленным полям приземного ветра, для района Охотского моря (Рис.6.3.1.), использовалась трехмерная бароклинная модель. Подробное описание модели и некоторые результаты расчетов приведены в Приложении 2. Пример расчета течений приведен на Рис.6.3.2.





Оценка экологических рисков и магнетическое моделирование распространения разливов судового топлива в морской среде

Рис. 6.3.1. Карта глубин

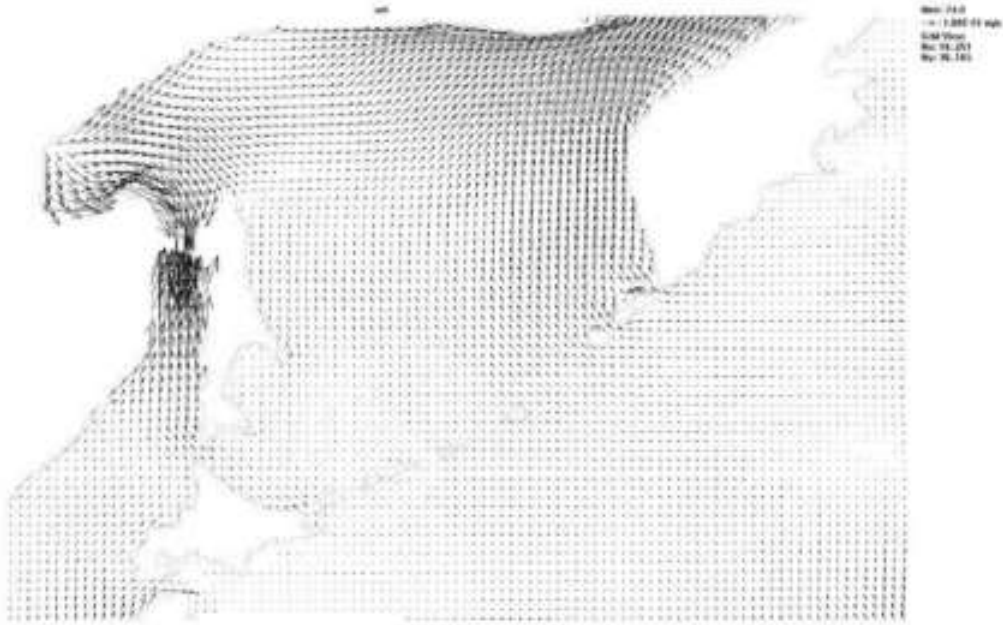


Рис. 6.3.2. Пример расчета течений на конкретный момент



Оценка экологических рисков и математическое моделирование распространения разливов судового топлива в морской среде

7 РЕЗУЛЬТАТЫ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ АВАРИЙНЫХ РАЗЛИВОВ ДИЗЕЛЬНОГО ТОПЛИВА

При оценке экологических рисков необходимо ответить на вопрос: Какова вероятность попадания углеводородов в определенные области акватории моря? Для ответа на вопросы такого типа возникает необходимость применять математическое моделирование при проведении экологического прогнозирования. Методика получения соответствующих оценок изложена в Разделе 5.

7.1. Траекторный анализ поля экологических рисков разливов дизельного топлива

Математическое моделирование возможного распространения пятна дизельного топлива от источника аварийного сброса (контрольные точки), расположенного в районе исследования было проведено на основе движения маркеров под действием ветра и течений, так что эти маркеры прослеживаются до 720 часов. Отметим, что на этой стадии траекторный анализ проводится без учета характеристик выветривания, которые рассмотрены в следующем разделе.

С помощью траекторной модели были определены области, потенциально уязвимые разливом дизельного топлива. На Рис.7.1.1. показаны основные географические объекты и природные территории Охотского моря, положение ООПТ² и потенциальных точек аварийного разлива. Это область, по которой проводится анализ зон риска и вероятностных распределений.



Рис. 7.1.1. Карта расположения основных географических объектов, ООПТ² и точек аварийного разлива ДТ³.

² 1 - Курильское, 2 - Островной, 3 - Поронайский, 4 - Восточный, 5 - Северный, 6 - Одыя, 7- Река Коль, 8 - Южно-Камчатский, 8 - Долгинское

³ p1 – около ООПТ Восточный, p2 – залив Терпения, p3 – залив Терпения, p4 – южная, около ООПТ Островной.



Оценка экологических рисков и математическое моделирование распространения разливов судового топлива в морской среде

На Рис. 7.1.2 – 7.1.35 приведены три типа величин: положение траекторий движения маркеров, вероятности попадания пятна в различные области акватории и минимальные времена достижения этих областей или берега. Отметим, что на этой стадии траекторный анализ проводится без учета характеристик выветривания только на основе движения маркеров под действием ветра и течений. Конфигурация полей вероятности и зон риска (времена достижения) в различных районах моря определяется пространственно-временной структурой поля ветра и соответствующим им полями течений. В прибрежных районах зоны риска изменятся за счет особенностей прибрежной циркуляции и влияния береговой черты. Анализ распределений вероятностей попадания разливов дизельного топлива в различные точки акватории и расчетных зон риска показывает, следующее.

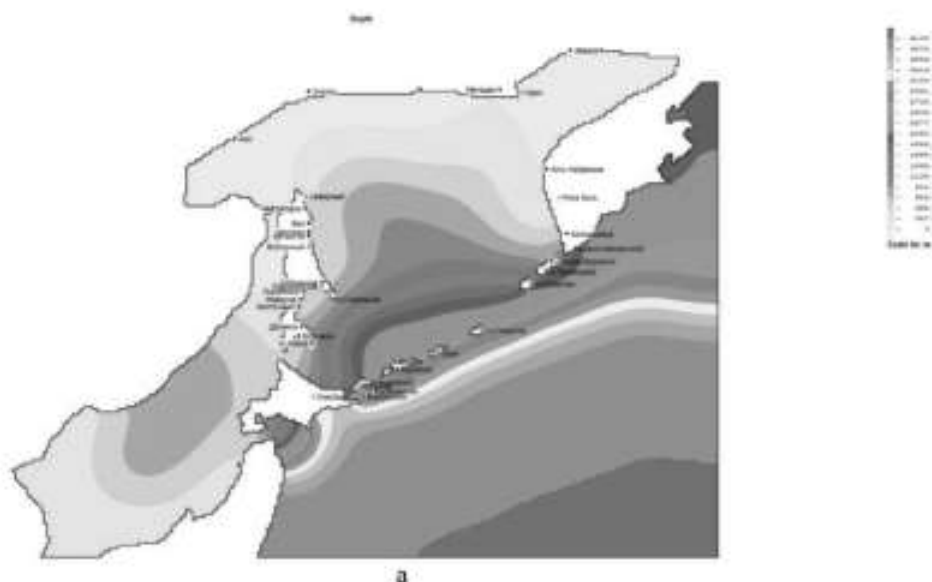
1. При разливе из т.1 зона попадания маркеров (Рис.7.1.2.) занимает вытянутую вдоль восточного побережья Сахалина С-образную область длиной около 750 км и шириной около 100км и не выходит за пределы области от мыса Анива на юге до мыса Елизаветы на севере. В 1-час размер области около 25км от точки разлива и вероятность выхода за границы этой зоны меньше 10^{-5} , в первые 10час он достигает 30км и происходит контакт с береговой линией в наиболее близкой к точке разлива области несколько южнее ООПТ «Восточный», в первые 30час область расширяется, радиус достигает 65км, через 100час область распространения маркеров простирается от Соболиного на юге до Катангли на севере с радиусом около 120км, через 720час область распространения маркеров простирается от широты Корсакова на юге до мыса Елизаветы на севере с радиусом около 350км, при этом в залив Терпения и/или залив Анива маркеры не попадают (Рис.7.1.2.-7.1.13.). При этом наиболее вероятно поражается область ООПТ «Восточный» и с меньшей вероятностью южная оконечность ООПТ «Поронайский» в районе м.Терпения. Протяженность загрязненной береговой линии равна около 350км от м.Терпения до Катангли. Область берега от Соболиного до Катангли достигается за время 90час и меньше. Время достижения широты Корсакова на юге и м.Елизаветы на севере составляет около 1000час.
2. При разливе из т.2 зона попадания маркеров (Рис.7.1.14. 7.1.25.) локализуется в основном в пределах залива Терпения, хотя на юге она может достигать о.Кунашир и приближаться к о.Хокайдо с длиной около 600 км и шириной около 200км. В первые 50 часов зона попадания маркеров занимает область с диаметром около 80км от Долинска до Макарова и вероятность выхода за границы этой зоны меньше 10^{-5} . В первые 100 часов зона попадания маркеров имеет форму полукруга и занимает область длиной около 250 км и шириной 150км и, простирается от Макарова на севере до Корсакова на юге с вероятностью выхода за границы этой зоны меньше 10^{-4} . В течении 720 часов маркеры попадают в залив Анива на западе, достигают о-ва Кунашир на юге и восточного побережья п-ва Терпения (Рис.7.1.14-7.1.25.). При этом под воздействием оказываются ООПТ «Поронайский», «Долинский» и «Островной» (Рис.7.1.24.). Времена достижения ООПТ «Поронайский» около 430час, «Долинский» около 50час, «Островной» порядка 900 час (Рис.7.1.24 - 7.1.25.).
3. При разливе из т.3 (Рис.7.1.26. 7.1.37.) зона попадания маркеров в основном повторяет форму зоны при разливе из точки 2. Пятно находится в пределах залива Терпения, хотя на юге она может достигать о.Кунашир и о.Хокайдо с длиной около 600 км и шириной около 200км. Основное отличие в том, что на юге маркеры достигают о-ва Хокайдо, т.е. происходит трансграничный перенос. В первые 100 часов зона попадания маркеров имеет форму



Оценка экологических рисков и математическое моделирование распространения разливов судового топлива в морской среде

полукруга и занимает область длиной около 250 км и шириной 150 км и, простирается от Макарова на севере до Корсакова на юге, т.е. фактически повторяет форму при разливе из точки 2. В течении 720 часов маркеры попадают существенно глубже в залив Анива на западе и заходят дальше на север восточного побережья п-ва Терпения, достигают о-вов Хоккайдо и Кунашир на юге (Рис. 7.1.26. - 7.1.37.). Как в случае с точкой 2 под воздействием оказываются ООПТ «Поронайский», «Долинский» и «Островной» (Рис.7.1.33.). Времена достижения ООПТ «Поронайский» около 570 час, ООПТ «Долинский» около 50 час, ООПТ «Островной» и о-ва Хоккайдо порядка 700 час (Рис.7.1.36-7.1.37.).

4. При разливе из т.4 маркеры (Рис. 7.1.38. - 7.1.49.) в основном распространяются от о-ва Хоккайдо вдоль Курильских о-вов Кунашир и Итуруп и достигают его восточной границы. На севере маркеры достигают широты Долинска. Длина зоны около 500 км и ширина около 400 км. В данном случае маркеры проникают за линию южнее Курильской гряды примерно на расстояние 250 км. В первые 100 часов зона попадания маркеров занимает область с диаметром около 180 км от Кунашира до Итурупа. (Рис.7.1.38-7.1.49.) и вероятность выхода за границы этой зоны меньше 10^{-5} . В течении 720 часов маркеры попадают существенно глубже за Курильскую гряду на 250 км. Происходит трансграничный перенос и длина берега о-ва Хоккайдо до которой достигают маркеры около 200 км. Под воздействием оказываются ООПТ «Островной» и ООПТ «Курильский». Времена достижения ООПТ «Островной» меньше 60 час, ООПТ «Курильский» около 220 час, о-ва Хоккайдо порядка 300 час (Рис.7.1.38-7.1.49.).
5. При анализе траекторий при разливе из т.1-4 нужно особенно подчеркнуть, что этот анализ относится к движению нейтральных маркеров, не подвергающихся выветриванию.





Оценка экологических рисков и математическое моделирование распространения разливов судового топлива в морской среде



б

Рис. 7.1.2. Положение т.1(а) и возможные траектории движения маркеров в течение 720час при разливе дизельного топлива из этой точки (б).



Рис. 7.1.3. Условная вероятность попадания нефтяного разлива в различные области акватории при разливе дизельного топлива в т.1 через 1 час распространения пятна



Рис. 7.1.4. Условная вероятность попадания пятна в различные области акватории при разливе дизельного топлива в т.1 через 10 час распространения пятна



Оценка экологических рисков и математическое моделирование распространения разливов судового топлива в морской среде



Рис. 7.1.5. Условная вероятность попадания пятна в различные области акватории при разливе дизельного топлива в т.1 через 30 час распространения.



Рис. 7.1.6. Условная вероятность попадания пятна в различные области акватории при разливе дизельного топлива в т.1 через 50 час распространения.



Рис. 7.1.7. Условная вероятность попадания пятна в различные области акватории при разливе дизельного топлива в т.1 через 100 час распространения.



Оценка экологических рисков и математическое моделирование распространения разливов судового топлива в морской среде



Рис. 7.1.8. Условная вероятность попадания пятна в различные области акватории при разливе дизельного топлива в т.1 через 200 час распространения.



Рис. 7.1.9. Условная вероятность попадания пятна в различные области акватории при разливе дизельного топлива в т.1 через 400 час распространения.



Рис. 7.1.10. Условная вероятность попадания пятна в различные области акватории при разливе дизельного топлива в т.1 через 720 час распространения.



Оценка экологических рисков и математическое моделирование распространения разливов судового топлива в морской среде



Рис. 7.1.11. Условная вероятность попадания пятна в различные области береговой линии при разливе ДТ в т.1 через 720 час распространения.



Рис. 7.1.12. Времена достижения различных участков акватории при разливе дизельного топлива в т.1



Рис. 7.1.13. Времена достижения различных участков берега при разливе дизельного топлива в т.1



Оценка экологических рисков и математическое моделирование распространения разливов судового топлива в морской среде

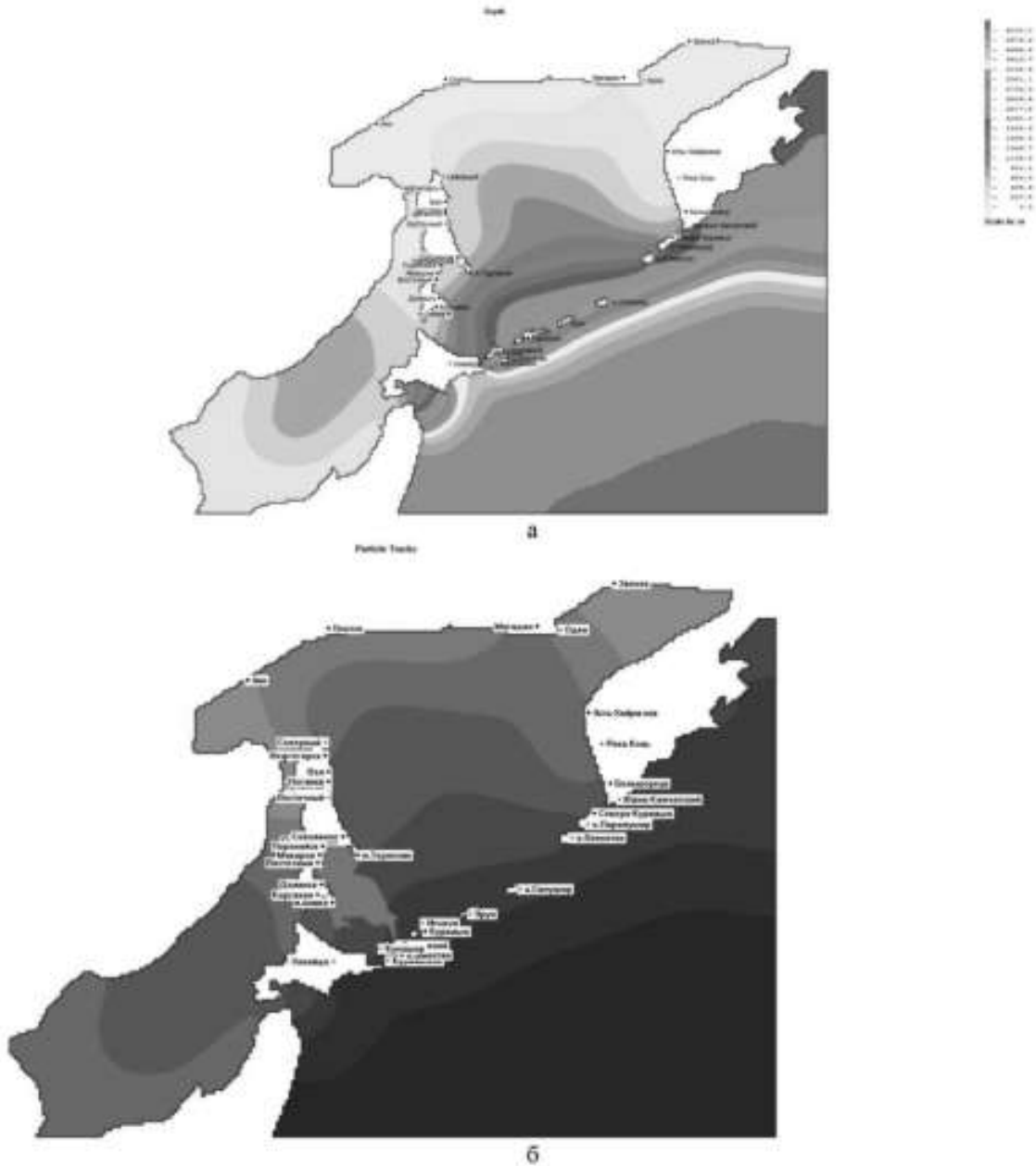


Рис. 7.1.14. Положение т.2(а) и возможные траектории движения маркеров в течение 720час при разливе дизельного топлива из этой точки (б).



Оценка экологических рисков и математическое моделирование распространения разливов судового топлива в морской среде

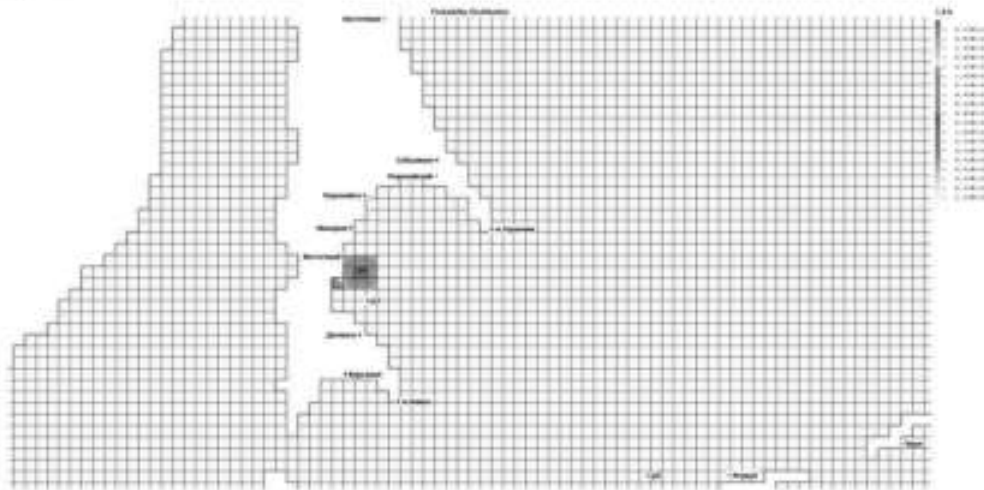


Рис. 7.1.15. Условная вероятность попадания пятна в различные области береговой линии при разливе ДТ в т.2 через 1 час распространения.

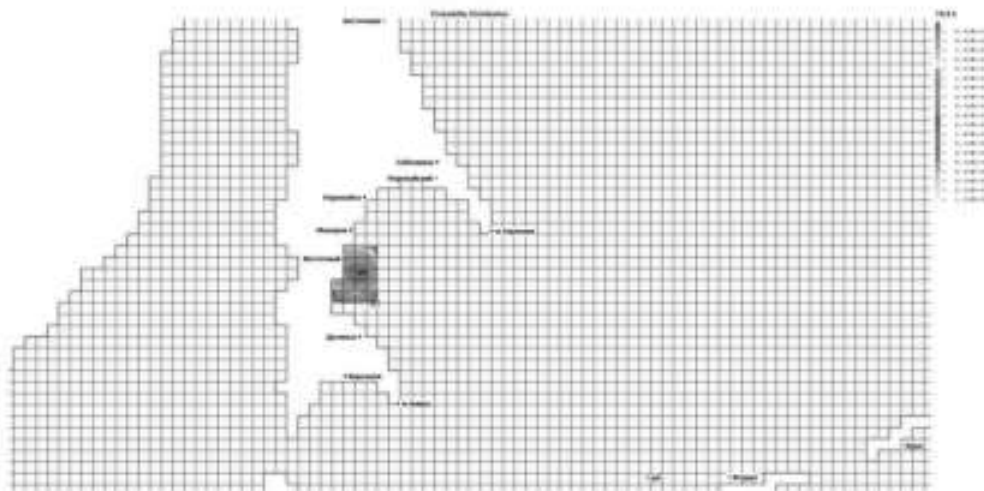


Рис. 7.1.16. Условная вероятность попадания нефтяного разлива в различные области акватории при разливе ДТ в т.2 через 10 час распространения пятна.



Оценка экологических рисков и математическое моделирование распространения разливов судового топлива в морской среде

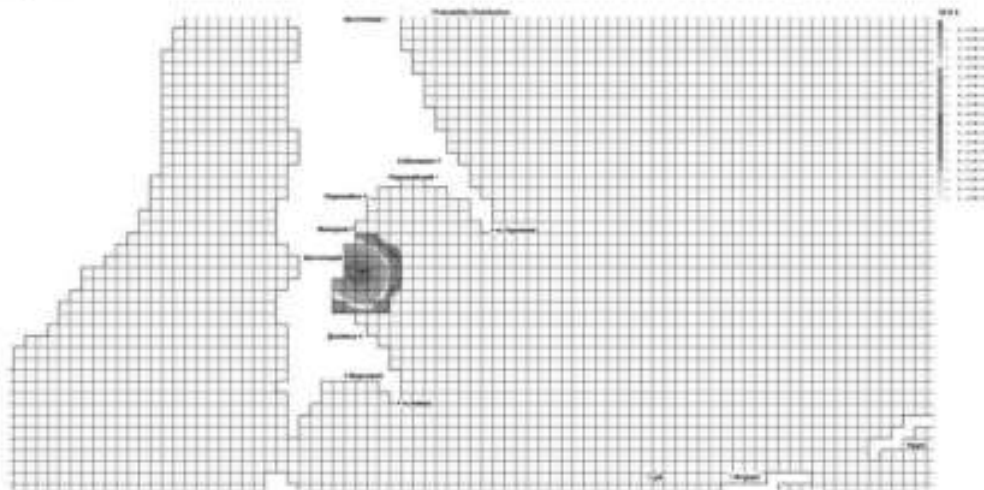


Рис. 7.1.17. Условная вероятность попадания пятна в различные области береговой линии при разливе ДТ в т.2 через 30 час распространения.

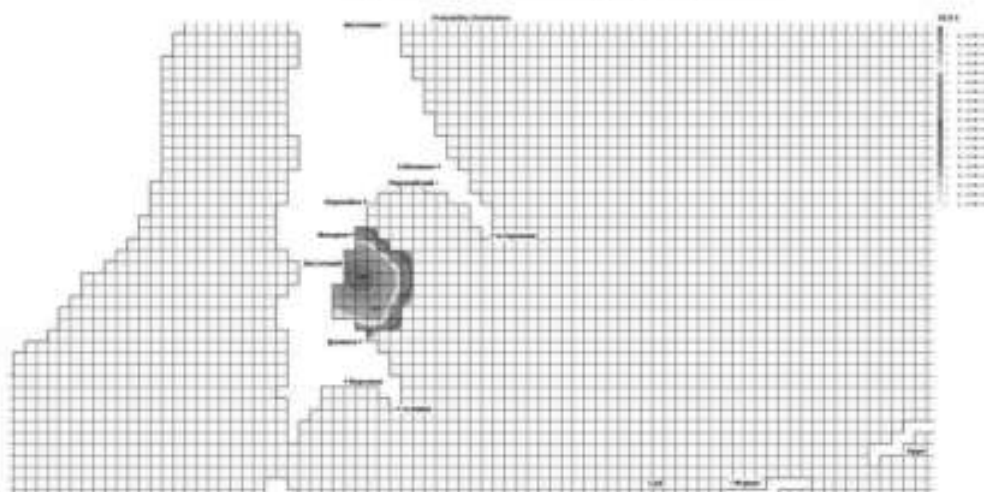


Рис. 7.1.18. Условная вероятность попадания пятна в различные области береговой линии при разливе ДТ в т.2 через 50 час распространения.



Оценка экологических рисков и математическое моделирование распространения разливов судового топлива в морской среде

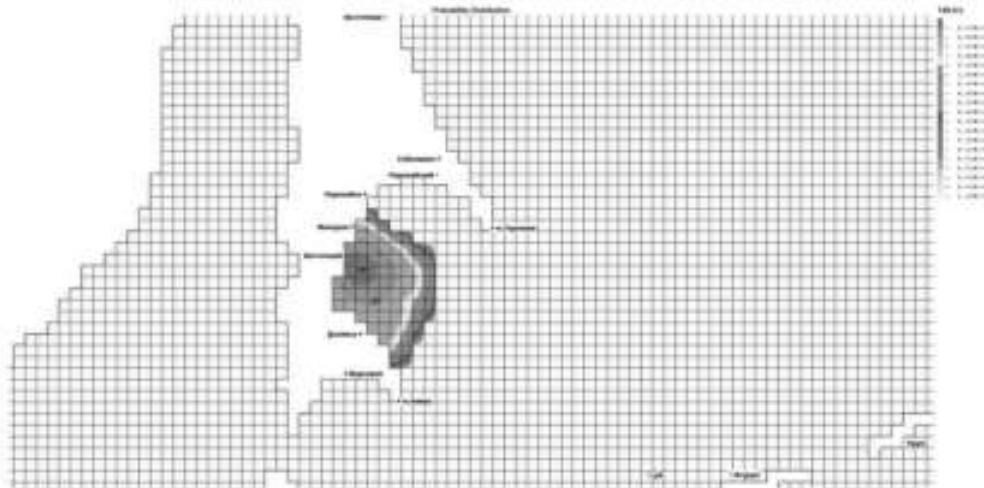


Рис. 7.1.19. Условная вероятность попадания пятна в различные области акватории при разливе ДТ в т.2 через 100 час распространения.

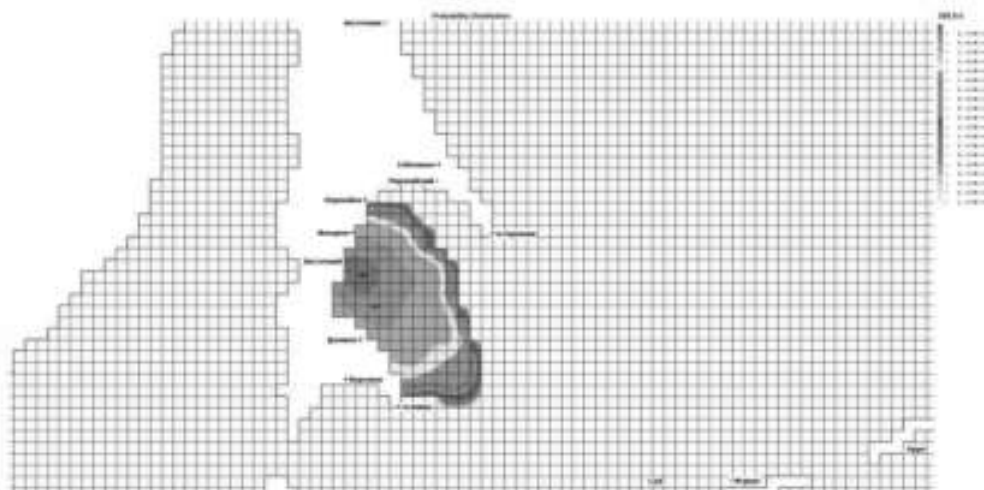


Рис. 7.1.20. Условная вероятность попадания пятна в различные области береговой линии при разливе ДТ в т.2 через 200 час распространения.



Оценка экологических рисков и математическое моделирование распространения разливов судового топлива в морской среде

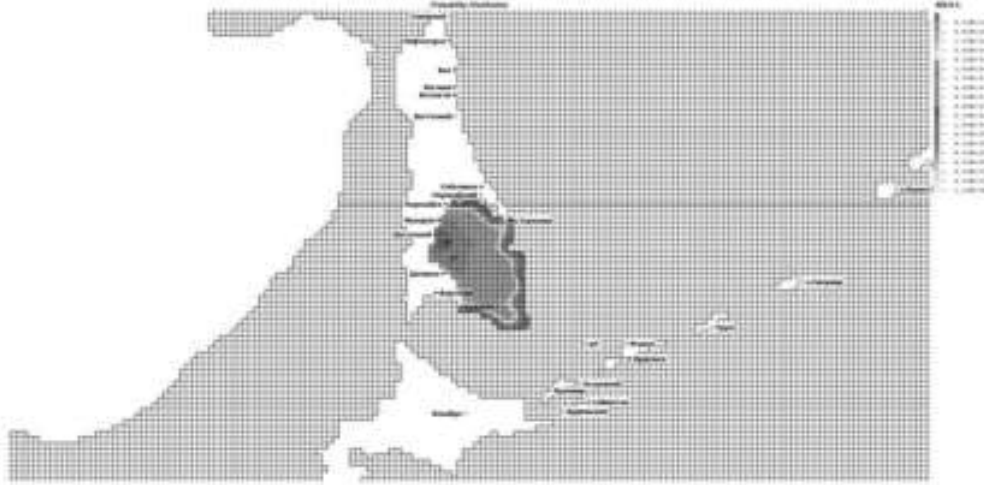


Рис. 7.1.21. Условная вероятность попадания пятна в различные области акватории при разливе ДТ в т.2 через 400 час распространения.



Рис. 7.1.22. Условная вероятность попадания пятна в различные области акватории при разливе ДТ в т.2 через 720 час распространения.



Оценка экологических рисков и математическое моделирование распространения разливов судового топлива в морской среде



Рис. 7.1.23. Условная вероятность попадания пятна в различные области береговой линии при разливе ДТ в т.2 через 720 час распространения.



Рис. 7.1.24. Времена достижения различных участков акватории при разливе дизельного топлива в т.2



Оценка экологических рисков и математическое моделирование распространения разливов судового топлива в морской среде

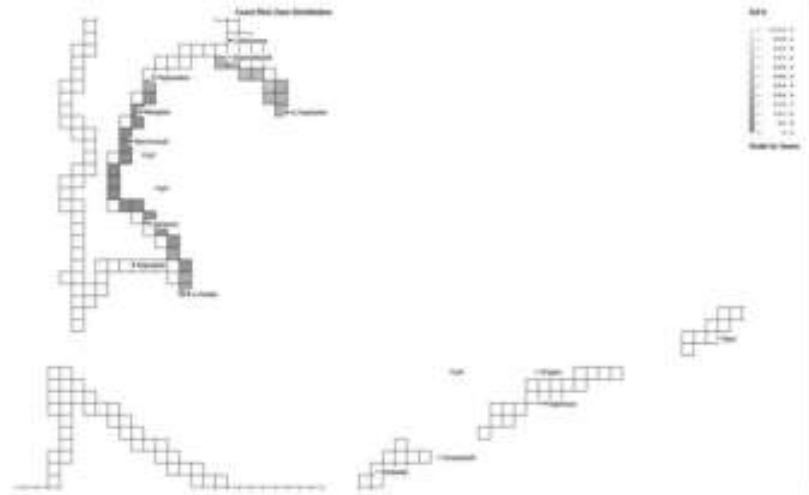


Рис. 7.1.25. Времена достижения различных участков берега при разливе при разливе ДТ в т.2





Оценка экологических рисков и математическое моделирование распространения разливов судового топлива в морской среде



б

Рис. 7.1.26. Положение т.3 и возможные траектории движения маркеров в течение 720час при разливе дизельного топлива из этой точки.

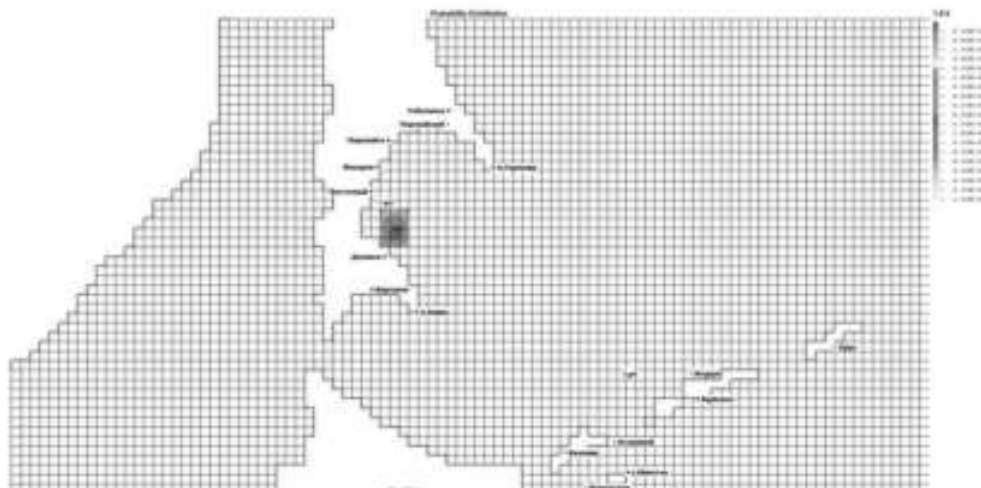


Рис. 7.1.27. Условная вероятность попадания нефтяного разлива в различные области акватории при разливе дизельного топлива в т.3 через 1 час распространения пятна



Оценка экологических рисков и математическое моделирование распространения разливов судового топлива в морской среде



Рис. 7.1.28. Условная вероятность попадания пятна в различные области акватории при разливе дизельного топлива в т.3 через 10 час распространения пятна



Рис. 7.1.29. Условная вероятность попадания пятна в различные области акватории при разливе дизельного топлива в т.3 через 30 час распространения.



Оценка экологических рисков и математическое моделирование распространения разливов судового топлива в морской среде

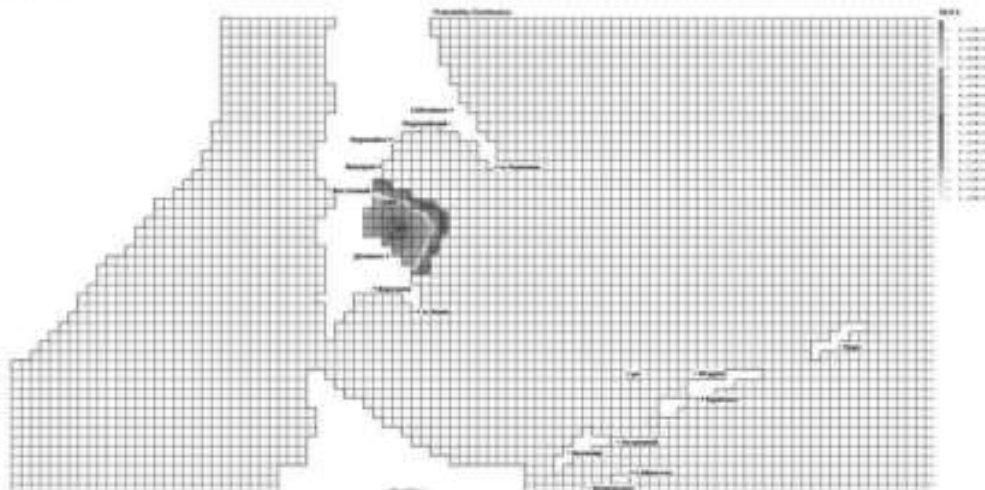


Рис. 7.1.30. Условная вероятность попадания пятна в различные области акватории при разливе дизельного топлива в т.3 через 50 час распространения.

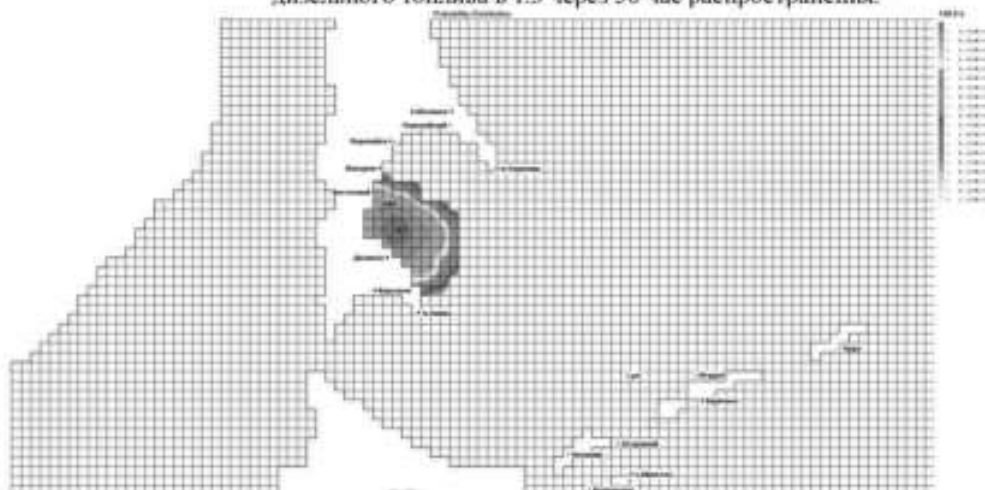


Рис. 7.1.31. Условная вероятность попадания пятна в различные области береговой линии при разливе дизельного топлива в т.3 через 100 час распространения.



Оценка экологических рисков и математическое моделирование распространения разливов судового топлива в морской среде

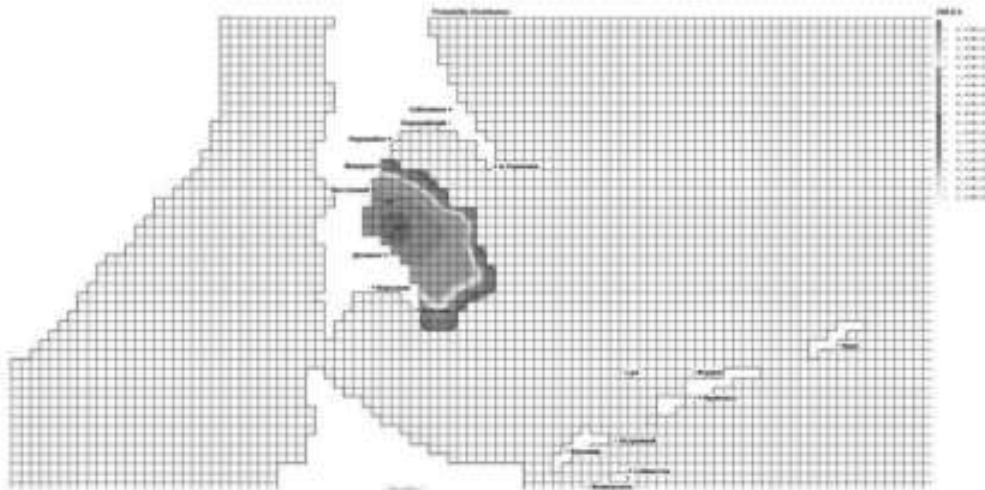


Рис. 7.1.32. Условная вероятность попадания пятна в различные области береговой линии при разливе дизельного топлива в т.3 через 200 час распространения.



Рис. 7.1.33. Условная вероятность попадания пятна в различные области береговой линии при разливе дизельного топлива в т.3 через 400 час распространения.



Оценка экологических рисков и математическое моделирование распространения разливов судового топлива в морской среде



Рис. 7.1.34. Условная вероятность попадания пятна в различные области береговой линии при разливе дизельного топлива в т.3 через 720 час распространения.



Рис. 7.1.35. Условная вероятность попадания пятна в различные области береговой линии при разливе дизельного топлива в т.3 через 720 час распространения.



Оценка экологических рисков и математическое моделирование распространения разливов судового топлива в морской среде

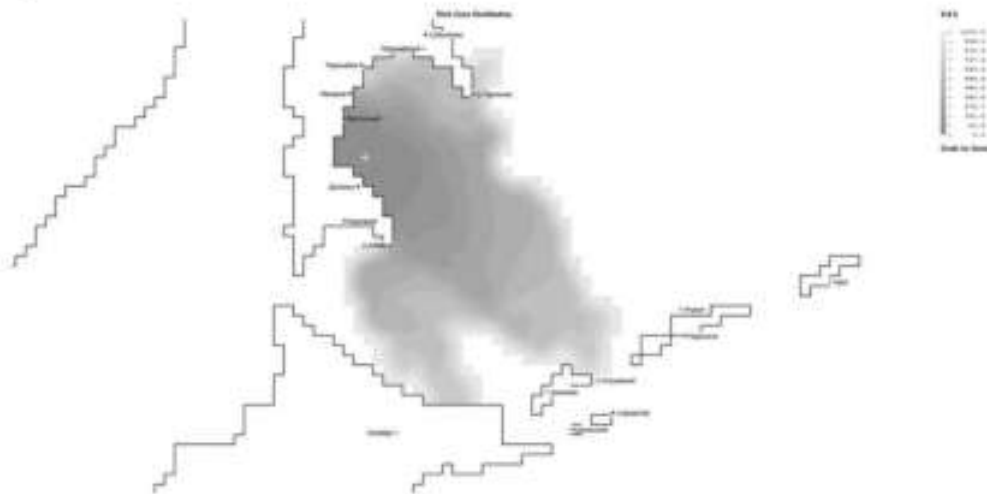


Рис. 7.1.36. Времена достижения различных участков акватории при разливе дизельного топлива в т.3.



Рис. 7.1.37. Времена достижения различных участков берега при разливе дизельного топлива в т.3



Оценка экологических рисков и математическое моделирование распространения разливов судового топлива в морской среде

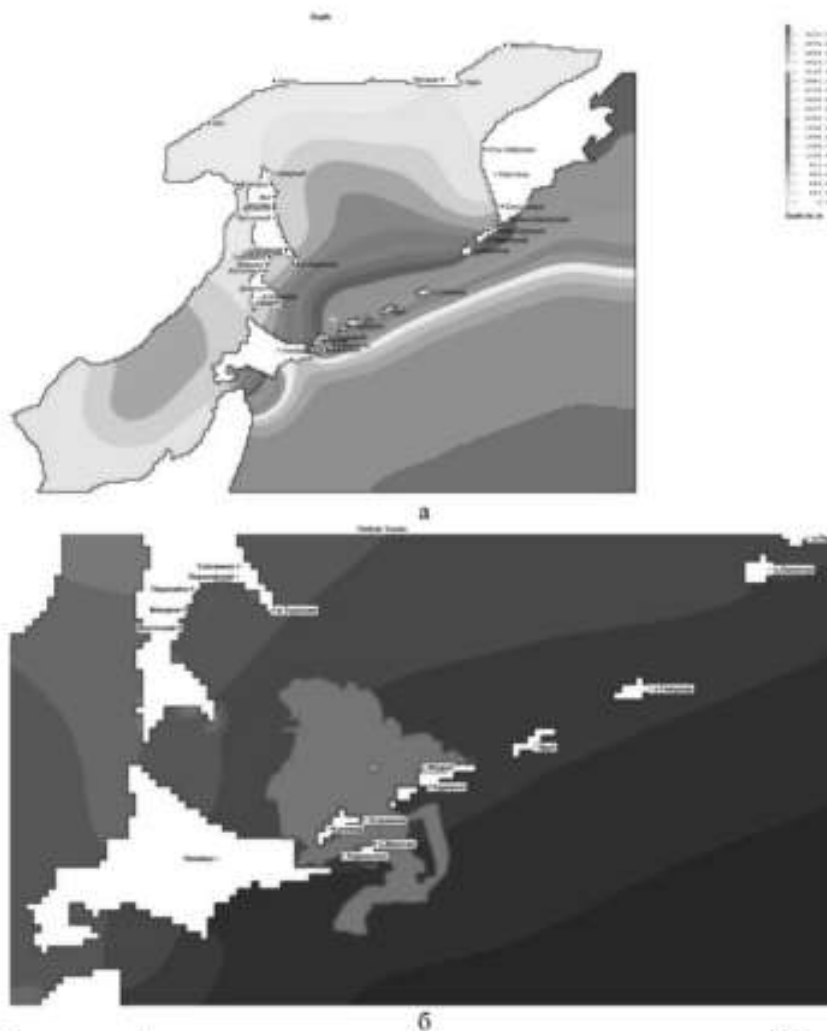


Рис. 7.1.38. Положение т.4 и возможные траектории движения маркеров в течение 720час при разливе дизельного топлива из этой точки.



Оценка экологических рисков и математическое моделирование распространения разливов судового топлива в морской среде



Рис. 7.1.39. Условная вероятность попадания нефтяного разлива в различные области акватории при разливе дизельного топлива в т.4 через 1 час распространения пятна



Рис. 7.1.40. Условная вероятность попадания нефтяного разлива в различные области акватории при разливе дизельного топлива в т.4 через 10 час распространения пятна



Оценка экологических рисков и математическое моделирование распространения разливов судового топлива в морской среде

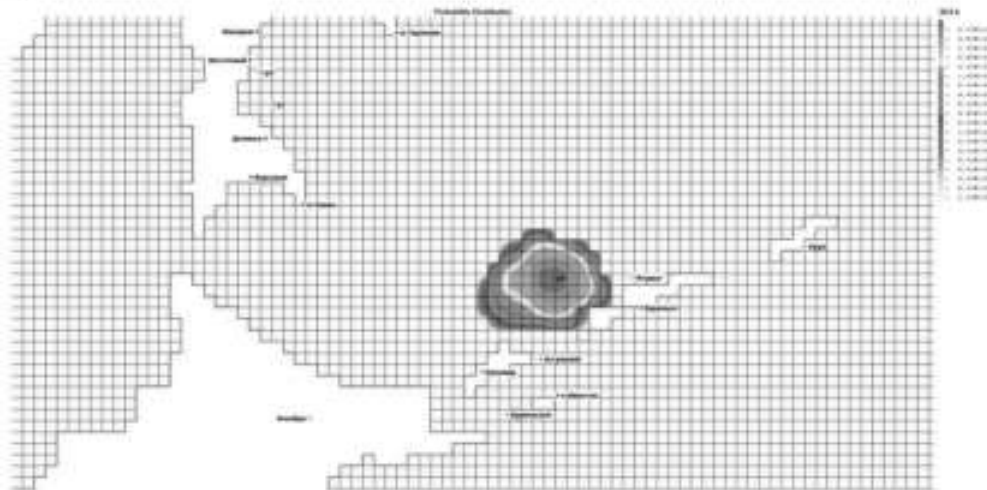


Рис. 7.1.41. Условная вероятность попадания пятна в различные области акватории при разливе дизельного топлива в т.4 через 30 час распространения пятна



Рис. 7.1.42. Условная вероятность попадания пятна в различные области акватории при разливе дизельного топлива в т.4 через 50 час распространения пятна



Оценка экологических рисков и математическое моделирование распространения разливов судового топлива в морской среде

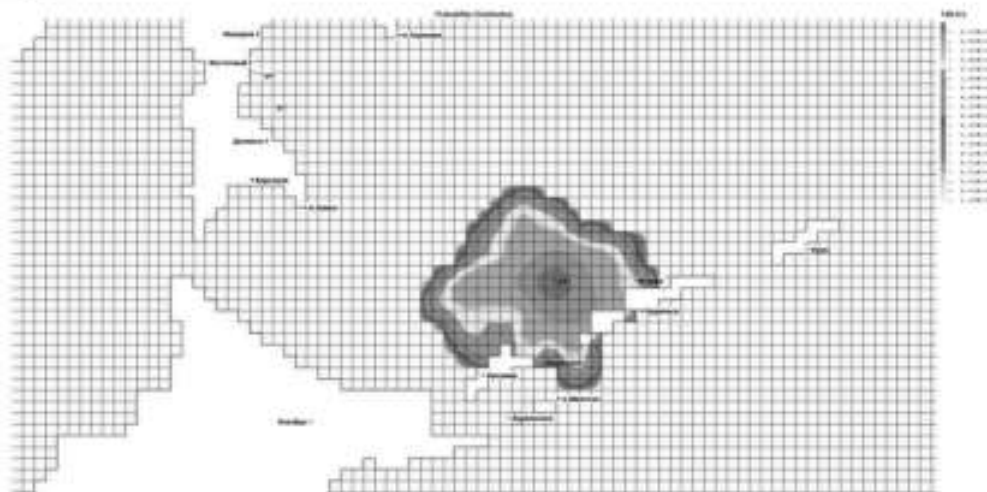


Рис. 7.1.43. Условная вероятность попадания пятна в различные области акватории при разливе дизельного топлива в т.4 через 100 час распространения.



Рис. 7.1.44. Условная вероятность попадания пятна в различные области акватории при разливе дизельного топлива в т.4 через 200 час распространения.



Оценка экологических рисков и математическое моделирование распространения разливов судового топлива в морской среде

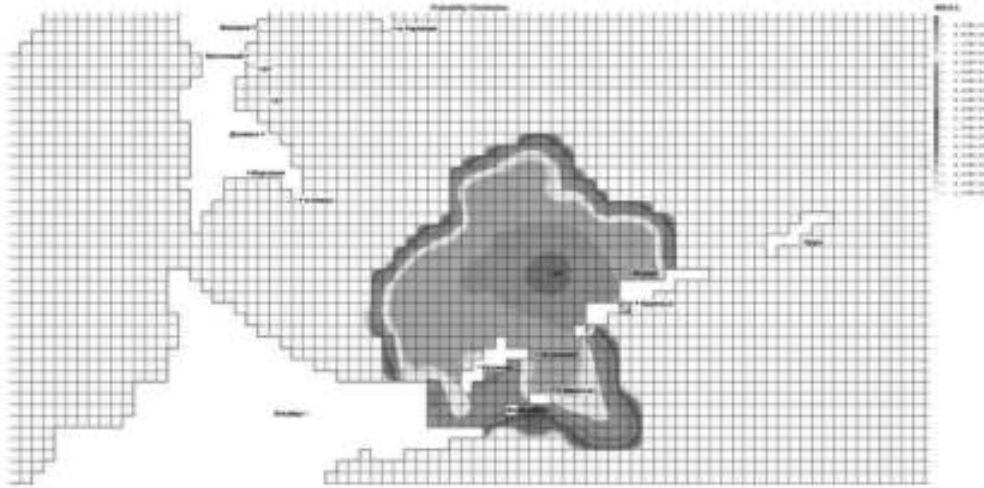


Рис. 7.1.45. Условная вероятность попадания пятна в различные области акватории при разливе дизельного топлива в т.4 через 400 час распространения.



Рис. 7.1.46. Условная вероятность попадания пятна в различные области акватории при разливе дизельного топлива в т.4 через 720 час распространения.



Оценка экологических рисков и математическое моделирование распространения разливов судового топлива в морской среде



Рис. 7.1.47. Условная вероятность попадания пятна в различные области береговой линии при разливе дизельного топлива в т.4 через 720 час распространения.

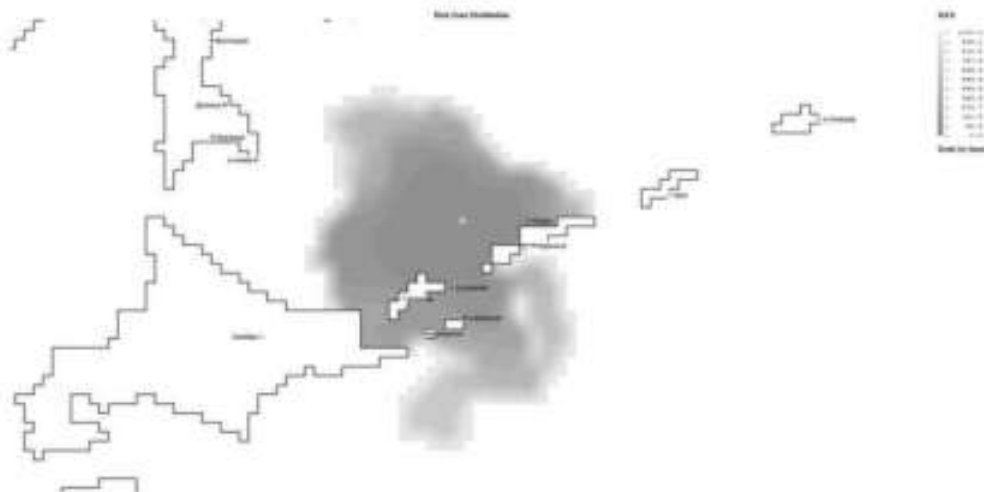


Рис. 7.1.48. Времена достижения различных участков акватории при разливе дизельного топлива в т.4.



Оценка экологических рисков и математическое моделирование распространения разливов судового топлива в морской среде



Рис. 7.1.49. Времена достижения различных участков берега при разливе дизельного топлива в т.4

7.2. Оценка выветривания дизельного топлива

В рассматриваемом случае при моделировании распространения разливов дизельного топлива объем разлива был равен 113.1т ДТ (объем 136.24м³) для всех точек № 1,2,3,4.

Расчеты физико-химической трансформации нефтяного разлива проводились для средней температуры окружающей среды 7°С летом в рассматриваемом районе Охотского моря. Для получения таблиц выветривания был проведен расчет движения и выветривания конкретного пятна дизельного топлива по разным траекториям. Для каждой точки разлива из всего множества возможных траекторий рассматривалось два характерных варианта. В первом варианте пятно движется достаточно долго, постепенно выветривается и/или вообще не попадает на берег или только в конце путешествия лишь не большая часть его массы достигает берега. Во втором варианте пятно перемещается в прибрежной области и относительно быстро большая часть массы разлива попадает на берег.

Расчетные положения пятна дизельного топлива на разные моменты времени выпущенного из точки 1 для 1-й траектории приведены на Рис.7.2.1.-7.2.2. Результаты расчетов выветривания аварийного разлива дизельного топлива при движении по 1 траектории из т.1 при сбросе 113.1т ДТ (объем 136.24м³) приведены в Таблицах 7.2.1.-7.2.2.

Как видно из приведенных данных в рассматриваемых условиях при движении по 1-й траектории из т.1 пятно первоначально движется в северном направлении, а затем в восточном и уходит вглубь Охотского моря примерно на 400км (Рис.7.2.1. – 7.2.2.) и берега не достигает. При этом около 87% (98,4т) испаряется, 11,4% (12,9т) уходит в диспергированном виде в воду, 1,4% (1,6т) переходит в воду за счет гравитационного осаждения. Максимальное значение площади разлива в пределах толщины 1км около 4,1км². Необходимо отметить, что состав углеводородов принятый для моделирования приближается по своим характеристикам к летнему дизельному топливу (Таблица 6.1.).



Оценка экологических рисков и математическое моделирование распространения разливов судового топлива в морской среде

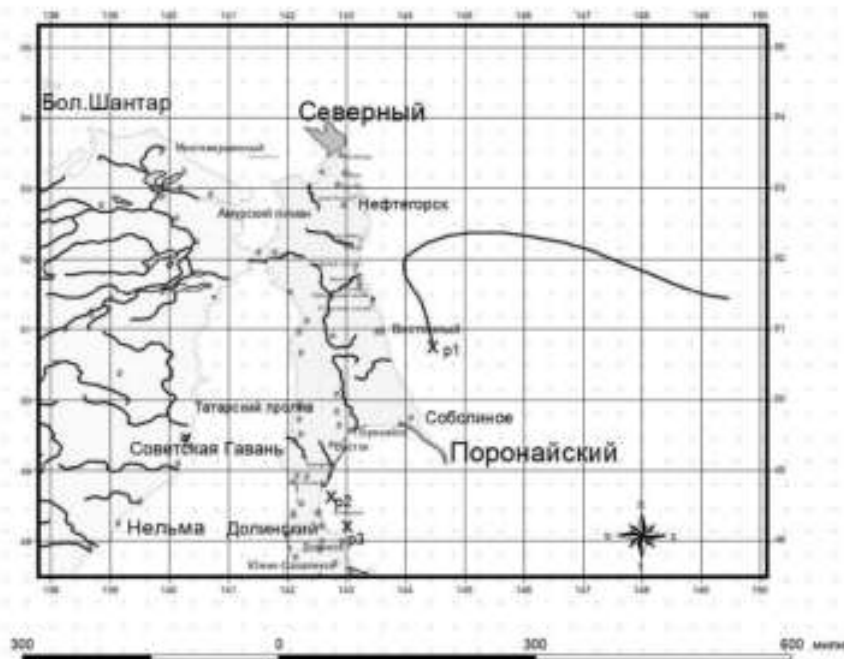
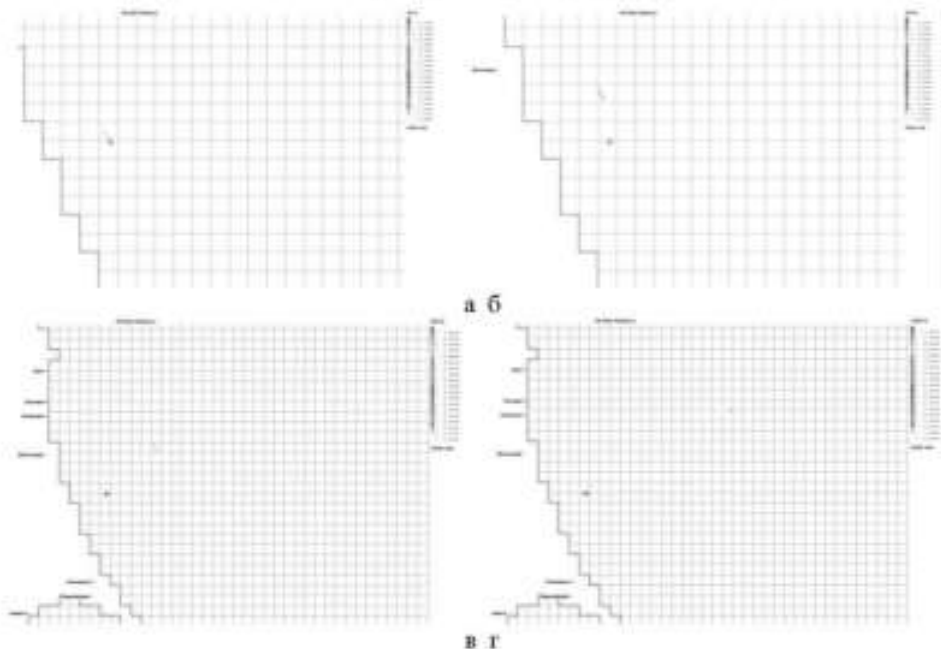


Рис. 7.2.1. Положение пятна на разные моменты времени при движении по 1 траектории из т.1 в течении 1400час при сбросе 113.1т ДТ (объем 136.24м³).





Оценка экологических рисков и математическое моделирование распространения разливов судового топлива в морской среде

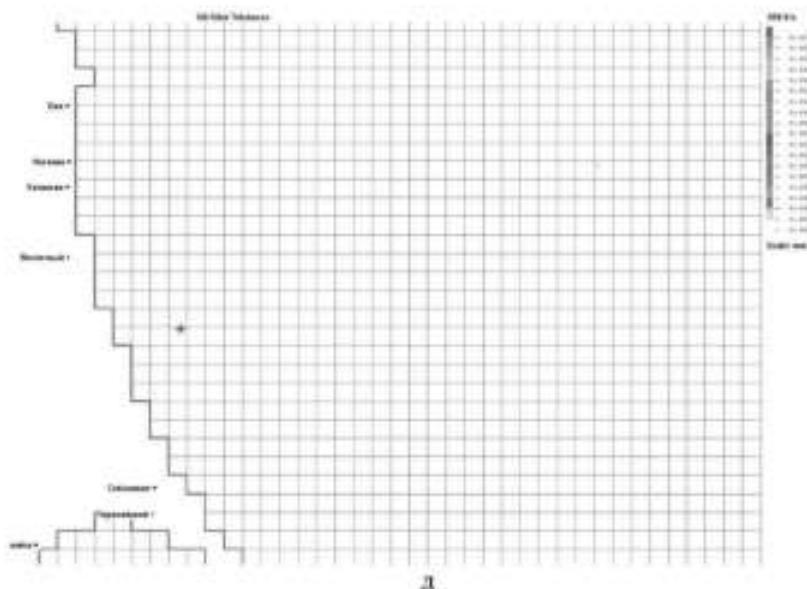


Рис. 7.2.2. Положение пятна на разные моменты времени при движении по I траектории из т.1 (а – через 5час, б – через 30час, в – через 100час, г – через 200час, д – через 400час) при сбросе 113.1т ДТ (объем 136.24м³).

Таблица 7.2.1. Изменение основных характеристик аварийного разлива дизельного топлива при движении по I траектории из т.1 при сбросе 113.1т ДТ (объем 136.24м³).

Время	Площадь (>1мм)	Масса, поступившая из источника	Масса на поверхности осги моря	Испарившаяся масса	Масса, поступившая в воду за счет диспергирования	Масса, перешедшая из пятна в воду за счет гравитационного оседания	Масса, взвешенная в воде	Масса, осевшая на дно	Масса, попавшая на берег
час	м ²	кг	кг	кг	кг	кг	кг	кг	кг
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.1	111278.4	2260.8	1946.8	301	13	0	13	0	0
0.2	139098	4521.6	3636.3	841.3	44	0	44	0	0
0.3	166917.6	6782.4	5206.9	1485.5	90	0	90	0	0
0.4	278196	9043.2	6694.9	2196.8	149.1	2.5	151.6	0	0
0.5	361854.9	11304	8110.6	2970.8	220.1	2.5	222.5	0	0
0.6	417294.1	13564.8	9498.1	3761.8	302.4	2.5	304.8	0	0
0.7	445113.7	15825.6	10823.2	4605.6	394.4	2.5	396.9	0	0
0.8	556392.1	18086.4	12105	5483.8	495.1	2.5	497.6	0	0
0.9	556392.1	20347.2	13361.3	6378.9	604.4	2.5	606.9	0	0
1	695490.1	22608	14537.7	7340.6	722.4	7.4	729.8	0	0
1.1	723309.7	24668.8	15696.6	8315.2	847.6	7.4	855	0	0
1.2	806768.5	27129.6	16819.8	9322.4	980	7.4	987.4	0	0
1.3	834588.1	29390.4	17911	10352.6	1119.4	7.4	1126.8	0	0
1.4	890227.3	31651.2	18973.6	11402.3	1264.6	10.8	1275.3	0	0
1.5	1001505.8	33912	20011	12474	1415.1	11.9	1427	0	0



Программа работ «Создание региональной сети опорных геолого-геофизических профилей с целью изучения геологического строения, структуры и оценки перспектив нефтегазоносности осадочных бассейнов Охотского моря»

Оценка экологических рисков и математическое моделирование распространения разливов судового топлива в морской среде

1.6	1057145	36172.8	21018	13573.9	1571.1	11.9	1583	0	0
1.7	1112784.2	38433.6	21972.4	14717.7	1731.6	11.9	1743.5	0	0
1.8	1198243	40894.4	22912.1	15872	1898.2	14.1	1910.3	0	0
1.9	1307521.4	42955.2	23839.6	17038.6	2064.9	14.1	2079	0	0
2	1446619.4	45216	24743.7	18218.1	2237.7	16.5	2254.2	0	0
2.1	1557897.9	47476.6	25616.6	19424.7	2414.4	21	2435.4	0	0
2.2	1530078.3	49737.6	26479.6	20838.6	2594.8	24.2	2619	0	0
2.3	1613537.1	51998.4	27301	21892.5	2778.3	26.6	2804.8	0	0
2.4	1689176.3	54259.2	28122.1	23146	2964.5	28.6	2991.1	0	0
2.5	1752835.1	56520	28915.1	24419.7	3153.7	31.5	3185.2	0	0
2.6	1838093.9	58780.8	29672.3	25726.1	3345.3	37	3382.4	0	0
2.7	1891733.1	61041.6	30404.9	27046.1	3539.5	51.2	3590.6	0	0
2.8	1919552.7	63302.4	31102	28403.7	3735.5	61.2	3796.7	0	0
2.9	2003011.5	65563.2	31796.4	29767.6	3933.4	65.6	3999.2	0	0
3	2142109.6	67824	32457.1	31165.1	4132.8	69.1	4201.8	0	0
3.1	2225588.4	70084.8	33110.1	32571.3	4333.2	70.1	4403.3	0	0
3.2	2197748.8	72345.6	33777	33963.5	4535	70.1	4605.1	0	0
3.3	2309027.2	74606.4	34380.3	35409	4738	79.2	4817.2	0	0
3.4	2420305.6	76867.2	34983.6	36846.4	4941.5	95.7	5037.2	0	0
3.5	2420305.6	79128	35580.5	38299.3	5145.6	102.7	5248.3	0	0
3.6	2392486	81388.8	36143.5	39760.6	5350	114.7	5464.7	0	0
3.7	2531584	83649.6	36720	41258.3	5554.6	116.7	5671.3	0	0
3.8	2615042.8	85910.4	37254.6	42774.4	5759.4	121.9	5881.4	0	0
3.9	2642862.4	88171.2	37789	44292.2	5964.3	125.7	6090	0	0
4	2754140.9	90432	38301.1	45822.3	6168.9	139.7	6306.6	0	0
4.1	2865419.3	92692.8	38820.1	47352.3	6372.7	147.8	6520.5	0	0
4.2	2965419.3	94953.6	39305.1	48921.8	6576	150.6	6726.6	0	0
4.3	2976897.7	97214.4	39782.5	50489.9	6778.5	163.5	6942	0	0
4.4	3060158.5	99475.2	40250.8	52074.8	6979.9	169.8	7149.7	0	0
4.5	3060158.5	101736	40729.1	53652.6	7180.2	174.1	7354.3	0	0
4.6	3115795.7	103996.8	41189.4	55243.4	7379.5	184.5	7564	0	0
4.7	3189254.5	106257.6	41657.6	56829.9	7577.4	192.7	7770	0	0
4.8	3310533	108518.4	42121.6	58423.3	7773.6	199.6	7973.2	0	0
4.9	3449831	110779.2	42582.2	60027.3	7968.3	221.3	8189.7	0	0
5	3393991.8	113040	43022.7	61618.9	8161.7	236.7	8398.3	0	0
5.1	3505270.2	113079.2	41377.1	63116.8	8348.7	238.5	8585.2	0	0
5.2	3449831	113079.2	39854.7	64484.4	8519.2	240.9	8760.1	0	0
5.3	3505270.2	113079.2	38472.9	65678.3	8680.4	247.7	8926	0	0
5.4	3477450.6	113079.2	37206	66779.5	8831.4	262.2	9093.7	0	0
5.5	3588729	113079.2	36036.6	67797.5	8973.4	271.8	9245.1	0	0
5.6	3560909.4	113079.2	34936.7	68760.1	9106.7	275.6	9382.4	0	0
5.7	3505270.2	113079.2	33699	69657	9232.4	290.8	9523.3	0	0
5.8	3477450.6	113079.2	32923.8	70508.9	9351.2	295.3	9646.5	0	0
5.9	3505270.2	113079.2	31977	71328.6	9463.6	310	9773.6	0	0
6	3477450.6	113079.2	31086.9	72108.4	9569.1	314.8	9883.9	0	0
6.1	3560909.4	113079.2	30232.3	72855.4	9669	322.5	9991.4	0	0
6.2	3533089.8	113079.2	29406.8	73570.2	9763.3	336.8	10102.1	0	0
6.3	3533089.8	113079.2	28623.6	74251	9852.6	351.8	10204.4	0	0
6.4	3533089.8	113079.2	27876.6	74911.8	9937.2	353.6	10290.8	0	0
6.5	3505270.2	113079.2	27152.6	75553.4	10017.4	355.6	10372.9	0	0
6.6	3560909.4	113079.2	26464.2	76160.3	10093.3	361.4	10454.7	0	0
6.7	3533089.8	113079.2	25810.8	76735.5	10165.2	367.6	10532.6	0	0
6.8	3588729	113079.2	25177.9	77291.2	10233.4	376.7	10610.1	0	0
6.9	3560909.4	113079.2	24583.6	77816.2	10296.3	381.2	10679.5	0	0



Оценка экологических рисков и математическое моделирование распространения разливов судового топлива в морской среде

7	3449831	113079.2	24004.7	76326.3	10380	388.3	10748.3	0	0
7.1	3588729	113079.2	23451.1	78817	10418.6	392.5	10811.1	0	0
7.2	3533089.8	113079.2	22919.3	79287.4	10474.4	388.1	10872.5	0	0
7.3	3560909.4	113079.2	22404.8	79739.6	10527.5	407.3	10934.9	0	0
7.4	3616548.6	113079.2	21910.1	80173.2	10576	417.8	10995.9	0	0
7.5	3588729	113079.2	21440.7	80584.2	10626.2	428.2	11054.3	0	0
7.6	3588729	113079.2	20992.9	80962.6	10672.2	431.5	11103.7	0	0
7.7	3588729	113079.2	20568.8	81360.7	10716.1	433.6	11149.7	0	0
7.8	3588729	113079.2	20152.3	81730.7	10758.2	438.1	11196.2	0	0
7.9	3560909.4	113079.2	19759.3	82080.9	10796.3	440.7	11239	0	0
8	3533089.8	113079.2	19371.6	82420.6	10838.6	450.4	11287.1	0	0
8.1	3755646.6	113079.2	19011.3	82736	10873.3	458.6	11331.9	0	0
8.2	3560909.4	113079.2	18666.9	83041.2	10908.4	462.6	11371	0	0
8.3	3700007.4	113079.2	18339.7	83326.6	10942	468.9	11410.9	0	0
8.4	3533089.8	113079.2	18022.9	83806.5	10974.3	475.5	11449.8	0	0
8.5	3700007.4	113079.2	17714.3	83870.3	11006.3	489.2	11494.5	0	0
8.6	3700007.4	113079.2	17416.5	84132.2	11035.1	495.3	11530.5	0	0
8.7	3644368.2	113079.2	17137.5	84373.5	11063.7	504.5	11568.2	0	0
8.8	3644368.2	113079.2	16872	84808	11091.1	508.1	11599.2	0	0
8.9	3644368.2	113079.2	16613.6	84832.5	11117.5	515.6	11633.1	0	0
9	3616548.6	113079.2	16370.7	85046.3	11142.9	519.4	11662.3	0	0
9.1	3672187.8	113079.2	16140.4	85249.9	11167.4	521.5	11688.9	0	0
9.2	3672187.8	113079.2	15913.7	85446.7	11191	527.8	11718.8	0	0
9.3	3672187.8	113079.2	15695.5	85634.3	11213.8	535.6	11749.4	0	0
9.4	3644368.2	113079.2	15493	85813	11235.7	537.4	11773.2	0	0
9.5	3755646.6	113079.2	15292.5	85984.4	11256.9	545.4	11802.3	0	0
9.6	3611285.8	113079.2	15112.3	86139.7	11277.2	550	11827.2	0	0
9.7	3727827	113079.2	14940.3	86292	11296.9	550	11846.9	0	0
9.8	3727827	113079.2	14767.7	86440	11316	555.6	11871.6	0	0
9.9	3672187.8	113079.2	14609.5	86579.6	11334.5	555.6	11890.1	0	0
10	3783468.2	113079.2	14452.4	86714.9	11352.4	559.5	11911.9	0	0
50	3783468.2	113079.2	7187.9	82201.3	12612.4	1077.7	13690	0	0
100	751129.3	113079.2	3877	94966	12931.4	1304.8	14236.2	0	0
300	0	113079.2	972.2	97462.8	12982.3	1631.9	14614.2	0	0
400	0	113079.2	488.6	97976.2	12982.3	1631.9	14614.2	0	0
450	0	113079.2	258	98207	12982.3	1631.9	14614.2	0	0
500	0	113079.2	104.8	98360.2	12982.3	1631.9	14614.2	0	0
550	0	113079.2	10.6	98454.4	12982.3	1631.9	14614.2	0	0
560	0	113079.2	6.3	98458.7	12982.3	1631.9	14614.2	0	0
570	0	113079.2	4.5	98460.5	12982.3	1631.9	14614.2	0	0
580	0	113079.2	3.1	98461.9	12982.3	1631.9	14614.2	0	0
590	0	113079.2	1.9	98463.1	12982.3	1631.9	14614.2	0	0
600	0	113079.2	0.6	98464.4	12982.3	1631.9	14614.2	0	0
610	0	113079.2	0	98465	12982.3	1631.9	14614.2	0	0

Таблица 7.2.2. Процентное изменение основных характеристик аварийного разлива дизельного топлива при движении по 1 траектории из т.1 при сбросе 113.1т ДТ (объем 136.24м³).

Время	Масса на поверхности моря	Испарившаяся масса	Масса, поступившая в воду за счет диспергирования	Масса, перешедшая из пены в воду за счет гравитационного осаждения	Масса, взвешенная в воде	Масса, осевшая на дно	Масса, попавшая на берег



Оценка экологических рисков и математическое моделирование распространения разливов судового топлива в морской среде

час	%	%	%	%	%	%	%
0	0	0	0	0	0	0	0
0.1	86.11	13.318	0.574	0	0.574	0	0
0.2	80.421	18.606	0.973	0	0.973	0	0
0.3	76.771	21.902	1.327	0	1.327	0	0
0.4	74.032	24.292	1.648	0.028	1.676	0	0
0.5	71.75	26.281	1.947	0.022	1.969	0	0
0.6	70.02	27.732	2.229	0.018	2.247	0	0
0.7	68.39	29.102	2.492	0.016	2.508	0	0
0.8	66.929	30.32	2.737	0.014	2.751	0	0
0.9	65.667	31.35	2.971	0.012	2.983	0	0
1	64.303	32.469	3.185	0.033	3.228	0	0
1.1	63.126	33.436	3.408	0.03	3.438	0	0
1.2	61.988	34.362	3.612	0.027	3.64	0	0
1.3	60.942	35.224	3.809	0.025	3.834	0	0
1.4	59.946	36.025	3.995	0.034	4.029	0	0
1.5	59.009	36.783	4.173	0.035	4.208	0	0
1.6	58.089	37.525	4.343	0.033	4.376	0	0
1.7	57.17	38.294	4.505	0.031	4.536	0	0
1.8	56.303	39.003	4.66	0.035	4.694	0	0
1.9	55.499	39.661	4.807	0.033	4.84	0	0
2	54.723	40.291	4.949	0.036	4.986	0	0
2.1	53.958	40.914	5.085	0.044	5.13	0	0
2.2	53.239	41.495	5.217	0.049	5.266	0	0
2.3	52.504	42.102	5.343	0.051	5.394	0	0
2.4	51.829	42.658	5.464	0.049	5.513	0	0
2.5	51.159	43.205	5.58	0.056	5.635	0	0
2.6	50.48	43.766	5.691	0.063	5.754	0	0
2.7	49.81	44.308	5.798	0.084	5.882	0	0
2.8	49.132	44.87	5.901	0.097	5.988	0	0
2.9	48.497	45.403	5.999	0.1	6.1	0	0
3	47.855	45.95	6.093	0.102	6.199	0	0
3.1	47.243	46.474	6.183	0.1	6.293	0	0
3.2	46.688	46.946	6.269	0.097	6.365	0	0
3.3	46.082	47.461	6.351	0.106	6.457	0	0
3.4	45.512	47.935	6.429	0.124	6.553	0	0
3.5	44.966	48.402	6.503	0.13	6.633	0	0
3.6	44.408	48.877	6.573	0.141	6.714	0	0
3.7	43.897	49.323	6.64	0.14	6.78	0	0
3.8	43.384	49.79	6.704	0.142	6.846	0	0
3.9	42.859	50.234	6.764	0.143	6.907	0	0
4	42.353	50.67	6.822	0.154	6.976	0	0
4.1	41.88	51.085	6.875	0.159	7.035	0	0
4.2	41.394	51.522	6.925	0.159	7.084	0	0
4.3	40.922	51.937	6.973	0.168	7.141	0	0
4.4	40.463	52.349	7.017	0.171	7.187	0	0
4.5	40.034	52.737	7.058	0.171	7.229	0	0
4.6	39.606	53.12	7.096	0.177	7.273	0	0
4.7	39.204	53.483	7.131	0.181	7.312	0	0
4.8	38.815	53.837	7.163	0.184	7.347	0	0
4.9	38.421	54.186	7.193	0.2	7.383	0	0
5	38.06	54.511	7.22	0.209	7.43	0	0
5.1	38.591	55.816	7.381	0.211	7.592	0	0
5.2	35.245	57.008	7.534	0.213	7.747	0	0



Оценка экологических рисков и математическое моделирование распространения разливов судового топлива в морской среде

5.3	34.023	58.082	7.676	0.219	7.695	0	0
5.4	32.903	59.056	7.81	0.232	8.042	0	0
5.5	31.868	59.956	7.935	0.24	8.176	0	0
5.6	30.896	60.807	8.053	0.244	8.297	0	0
5.7	29.878	61.6	8.165	0.257	8.422	0	0
5.8	29.116	62.354	8.27	0.261	8.531	0	0
5.9	28.278	63.078	8.369	0.274	8.643	0	0
6	27.491	63.768	8.462	0.278	8.741	0	0
6.1	26.736	64.429	8.551	0.285	8.836	0	0
6.2	26.008	65.061	8.634	0.3	8.934	0	0
6.3	25.313	65.663	8.713	0.311	9.024	0	0
6.4	24.652	66.247	8.788	0.313	9.101	0	0
6.5	24.012	66.815	8.859	0.314	9.173	0	0
6.6	23.403	67.351	8.926	0.32	9.245	0	0
6.7	22.825	67.86	8.989	0.325	9.315	0	0
6.8	22.266	68.351	9.05	0.333	9.383	0	0
6.9	21.74	68.816	9.107	0.337	9.444	0	0
7	21.228	69.267	9.162	0.343	9.505	0	0
7.1	20.739	69.701	9.214	0.347	9.561	0	0
7.2	20.269	70.117	9.263	0.352	9.615	0	0
7.3	19.813	70.517	9.31	0.36	9.67	0	0
7.4	19.376	70.9	9.355	0.369	9.724	0	0
7.5	18.961	71.263	9.397	0.379	9.776	0	0
7.6	18.565	71.616	9.438	0.382	9.819	0	0
7.7	18.19	71.95	9.477	0.383	9.86	0	0
7.8	17.821	72.277	9.514	0.387	9.901	0	0
7.9	17.474	72.587	9.549	0.39	9.939	0	0
8	17.131	72.887	9.583	0.396	9.982	0	0
8.1	16.812	73.166	9.616	0.406	10.021	0	0
8.2	16.508	73.436	9.647	0.409	10.056	0	0
8.3	16.218	73.69	9.678	0.415	10.091	0	0
8.4	15.938	73.936	9.705	0.42	10.125	0	0
8.5	15.665	74.17	9.732	0.433	10.165	0	0
8.6	15.402	74.401	9.759	0.438	10.197	0	0
8.7	15.155	74.615	9.784	0.446	10.23	0	0
8.8	14.921	74.822	9.808	0.449	10.258	0	0
8.9	14.692	75.02	9.832	0.456	10.288	0	0
9	14.477	75.209	9.854	0.459	10.313	0	0
9.1	14.274	75.39	9.876	0.461	10.337	0	0
9.2	14.073	75.564	9.897	0.467	10.363	0	0
9.3	13.88	75.729	9.917	0.474	10.39	0	0
9.4	13.701	75.888	9.936	0.475	10.411	0	0
9.5	13.524	76.039	9.955	0.482	10.437	0	0
9.6	13.364	76.178	9.973	0.486	10.459	0	0
9.7	13.212	76.311	9.99	0.486	10.477	0	0
9.8	13.06	76.442	10.007	0.491	10.498	0	0
9.9	12.92	76.565	10.023	0.491	10.515	0	0
10	12.781	76.685	10.039	0.495	10.534	0	0
50	6.357	81.537	11.154	0.953	12.107	0	0
100	3.429	83.982	11.436	1.154	12.59	0	0
300	0.86	86.216	11.481	1.443	12.924	0	0
400	0.432	86.644	11.481	1.443	12.924	0	0
500	0.093	86.983	11.481	1.443	12.924	0	0
550	0.009	87.067	11.481	1.443	12.924	0	0



Оценка экологических рисков и математическое моделирование распространения разливов судового топлива в морской среде

560	0.006	87.071	11.481	1.443	12.924	0	0
570	0.004	87.072	11.481	1.443	12.924	0	0
580	0.003	87.073	11.481	1.443	12.924	0	0
590	0.002	87.074	11.481	1.443	12.924	0	0
600	0.001	87.076	11.481	1.443	12.924	0	0
610	0	87.076	11.481	1.443	12.924	0	0

Расчетные положения пятна дизельного топлива на разные моменты времени выпущенного из точки 1 для 2-й траектории приведены на Рис.7.2.3.-7.2.5., а характеристики выветривания даны в таблицах 7.2.3-7.2.4. Как видно из приведенных данных в рассматриваемых условиях при движении по 2-й траектории пятно движется в основном в южном направлении и достигает п-ва Терпения, так, что через 234 час оно попадает на берег. При этом около 86.4% (97,7т) испаряется, 9,6%(10,9т) уходит в диспергированном виде в воду, 1,2% (1,3т) переходит в воду за счет гравитационного осаждения, 2,7% (3,1т) попадает на берег в южной части восточного берега п-ва Терпения. Максимальное значение площади разлива в пределах толщины 1мкм около 4,5км². Для оценки длины загрязненной береговой линии рассмотрим Рис.7.2.5. Из него следует что ДТ попало в 2 ячейки с длиной стороны 16 км у каждой ячейки. В то же время из Таблицы 7.2.3. следует что на берег попало 3.1т ДТ. Считая, что при попадании 2т загрязняется длина берега равная около 1км. Т.о. в рассматриваемом случае длина загрязненной береговой линии будет около 1.5км.

Как было сказано при проведении траекторного анализа (с нейтральными маркерами) при разливе из точки 1 наиболее вероятно поражается область ООПТ «Восточный» и с меньшей вероятностью ООПТ «Поронайский» в районе восточного берега п-ва Терпения. Остальные ООПТ в этом случае не затрагиваются. Поскольку время достижения ООПТ «Восточный» около 90 час, то в соответствие с таблицами выветривания 7.2.1.-7.2.2. туда может попасть не больше 7 т дизельного топлива. Поскольку время достижения ООПТ «Поронайский» в районе северной границы восточного берега п-ва Терпения около 120час, то в соответствие с таблицами выветривания 7.2.1.-7.2.2. туда может попасть не больше 4 т дизельного топлива.

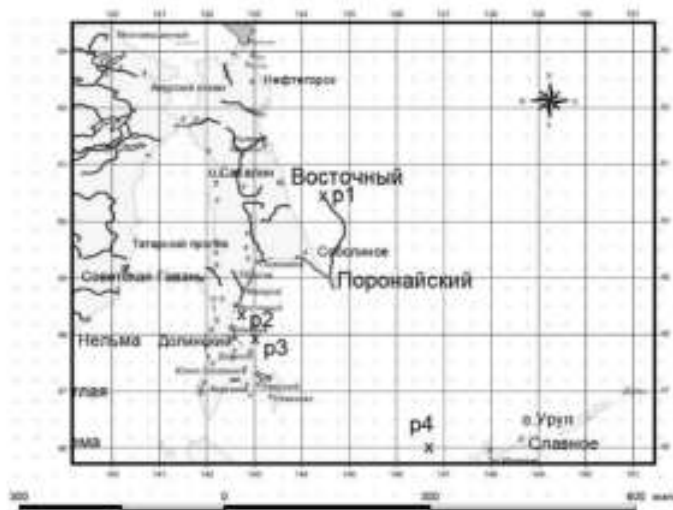


Рис. 7.2.3. Положение пятна на разные моменты времени при движении по 2 траектории из т.1 в течении 234час при сбросе 113.1т ДТ (объем 136.24м³).



Оценка экологических рисков и математическое моделирование распространения разливов судового топлива в морской среде

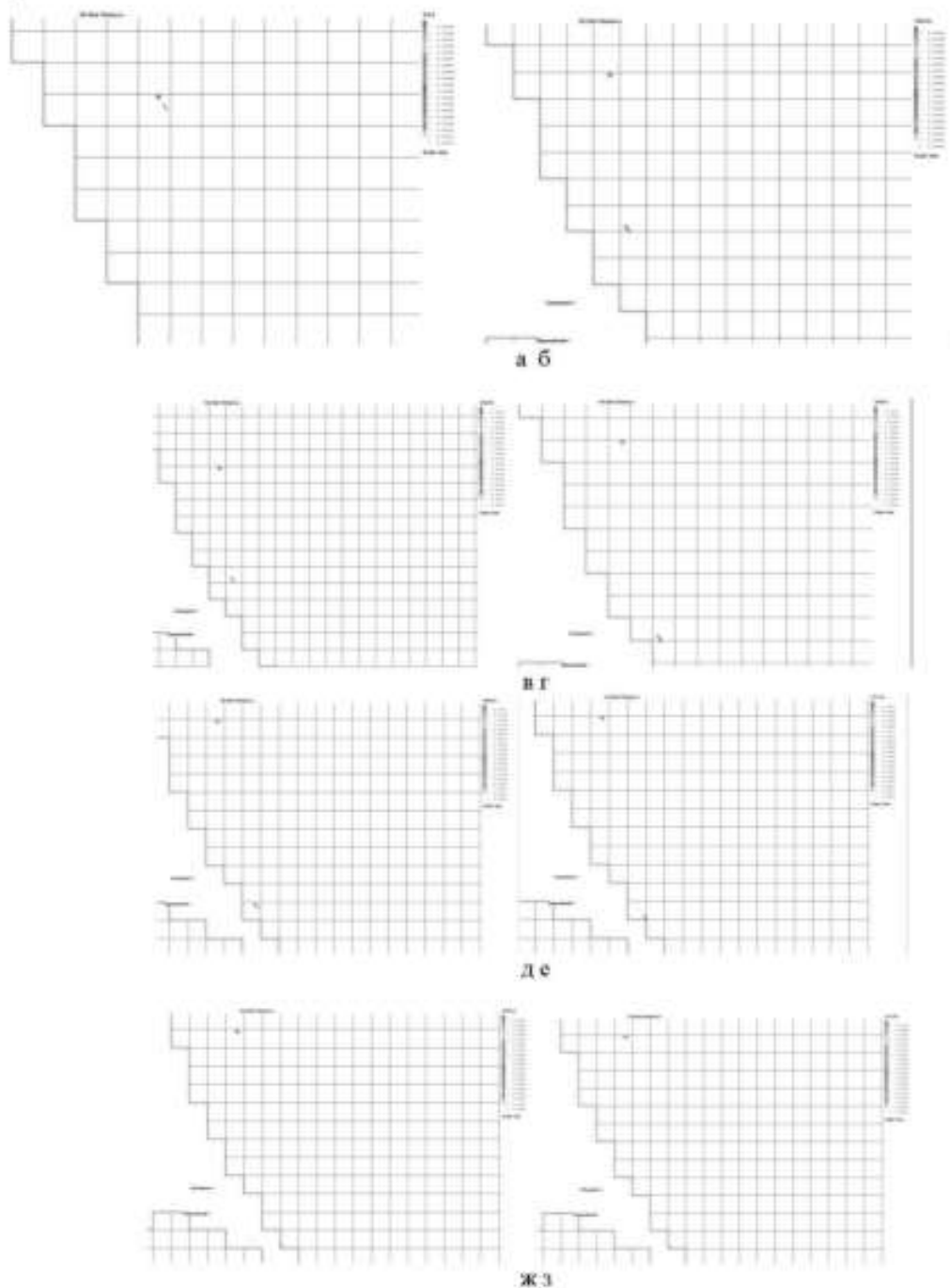


Рис. 7.2.4. Положение пятна на разные моменты времени при движении по 2 траектории из т.1 в течении 234час при сбросе 113.1т ДТ (объем 136.24м³).



Оценка экологических рисков и математическое моделирование распространения разливов судового топлива в морской среде

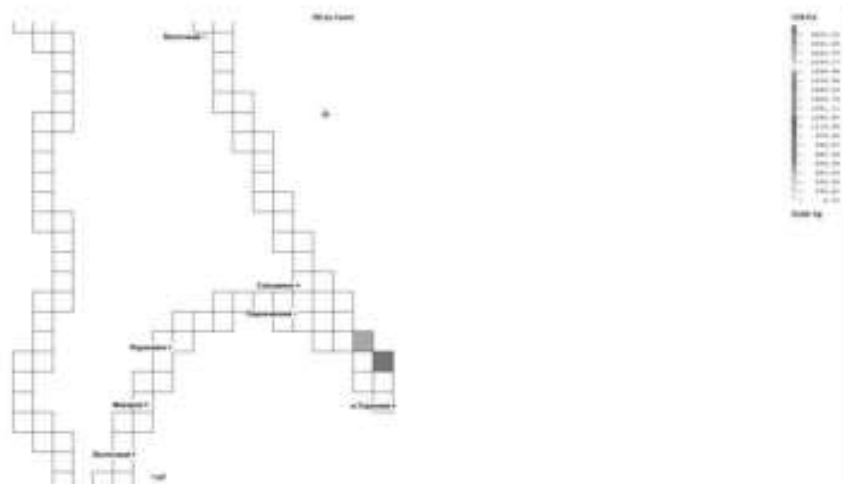


Рис. 7.2.5. Положение пятна на берегу при движении по 2 траектории из т. 1 в течении 234час при сбросе 113.1т ДТ (объем 136.24м³).

Таблица 7.2.3. Изменение основных характеристик аварийного разлива дизельного топлива при движении по 2 траектории из т.1 при сбросе 113.1т ДТ (объем 136.24м³).

Время	Площадь (>1мкМ)	Масса, поступившая из источника	Масса на поверхности моря	Испарившаяся масса	Масса, поступившая в воду за счет диспергирования	Масса, перешедшая из пятна в воду за счет гравитационного осаждения	Масса, взвешенная в воде	Масса, осевшая на дно	Масса, осевшая на берег
час	м²	кг	кг	кг	кг	кг	кг	кг	кг
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.1	55639.2	2260.8	1994.9	261.5	4.4	0	4.4	0	0
0.2	83458.8	4521.6	3999	606.7	16	0	16	0	0
0.3	166917.6	6782.4	5724.2	1023.9	34.3	0	34.3	0	0
0.4	194737.2	9043.2	7401.1	1583.7	58.4	0	58.4	0	0
0.5	222556.8	11304	9047.6	2166.3	88	0	88	0	0
0.6	278196	13584.8	10644.8	2797.3	122.6	0	122.6	0	0
0.7	308015.7	15825.6	12206	3457.6	162	0	162	0	0
0.8	361654.9	18086.4	13711.7	4169.2	205.6	0	205.6	0	0
0.9	361654.9	20347.2	15210.7	4883.3	253.2	0	253.2	0	0
1	445113.7	22608	16689.4	5613.8	304.8	0	304.8	0	0
3	1363160.6	67824	42074.9	23682.3	2032.7	34.1	2066.9	0	0
4	1819552.7	90432	52525.5	34604.6	3251.1	50.8	3301.9	0	0
5	2338846.8	113040	61717.9	48596.2	4625.8	100.1	4725.9	0	0
10	2615042.8	113079.2	27632.1	76682.3	8442.7	322	8764.8	0	0
15	3115795.7	113079.2	15288	87949.9	9379.4	461.9	9841.3	0	0
20	3171434.9	113079.2	12475.7	90393.8	9697.8	511.9	10209.7	0	0
30	3811285.8	113079.2	10657.3	91563.9	10034.8	623.2	10656	0	0
40	3869925	113079.2	9890.8	92214.3	10278.9	695.2	10974.1	0	0
50	3822564.3	113079.2	9046.9	92821.7	10476	734.6	11210.5	0	0
60	3839105.4	113079.2	8276.7	93385.2	10624.9	792.3	11417.3	0	0
70	3839105.4	113079.2	7596.3	93929.7	10735.4	817.8	11553.2	0	0
80	3755646.6	113079.2	7004	94413.5	10805.6	856.1	11681.7	0	0
90	3588729	113079.2	6575.2	94782.1	10833.4	888.5	11721.9	0	0
95	3616546.6	113079.2	6414.4	94922.5	10839	903.3	11742.3	0	0



Программа работ «Создание региональной сети опорных геолого-геофизических профилей с целью изучения геологического строения, структуры и оценки перспектив нефтегазоносности осадочных бассейнов Охотского моря»

Оценка экологических рисков и математическое моделирование распространения разливов судового топлива в морской среде

96	3672187.6	113079.2	6384.7	94947	10939.8	907.7	11747.4	0	0
99.6	3421811.4	113079.2	6283.2	95025.8	10841.6	928.7	11770.3	0	0
100.1	3533089.6	113079.2	6273	95035.8	10841.7	928.7	11770.5	0	0
150	973686.2	113079.2	3797.1	97123.2	10927.1	1231.7	12158.8	0	0
157	445113.7	113079.2	3511.6	97363.4	10935.8	1268.4	12204.2	0	0
157.1	639850.9	113079.2	3508.5	97368.4	10935.9	1268.4	12204.3	0	0
157.2	528572.5	113079.2	3490.4	97369.4	10936	1273.6	12209.6	0	9.8
157.3	445113.7	113079.2	3479.2	97372.3	10936.1	1273.6	12209.7	0	18
157.4	528572.5	113079.2	3420.6	97375.2	10936.2	1273.6	12209.8	0	73.5
157.5	558392.1	113079.2	3315.1	97378.1	10936.2	1273.6	12209.9	0	176.1
157.6	500752.9	113079.2	3248.6	97380.6	10936.3	1273.6	12210	0	241.8
157.7	472933.3	113079.2	3202.6	97383.5	10936.4	1273.6	12210	0	262.8
157.8	445113.7	113079.2	3188.2	97386.3	10936.5	1273.6	12210.1	0	294.6
157.9	417294.1	113079.2	3175.7	97389	10936.6	1273.6	12210.2	0	304.4
158	361654.9	113079.2	3169.5	97391.7	10936.6	1273.6	12210.3	0	307.8
158.1	528572.5	113079.2	3163.5	97394.3	10936.7	1274.9	12211.6	0	309.7
158.2	389474.5	113079.2	3160.8	97397	10936.8	1274.9	12211.7	0	309.7
158.3	333835.3	113079.2	3156.5	97399.7	10936.9	1274.9	12211.8	0	311.2
158.4	389474.5	113079.2	3153.8	97402.4	10936.9	1274.9	12211.9	0	311.2
158.5	472933.3	113079.2	3148	97405	10937	1274.9	12211.9	0	316.2
158.6	500752.9	113079.2	3143.3	97407.7	10937.1	1274.9	12212	0	316.3
158.7	361654.9	113079.2	3138.6	97410.3	10937.2	1274.9	12212.1	0	318.2
158.8	389474.5	113079.2	3132.9	97412.9	10937.2	1274.9	12212.2	0	321.2
158.9	417294.1	113079.2	3128.3	97415.6	10937.3	1274.9	12212.2	0	323.1
159	472933.3	113079.2	3122.9	97418.2	10937.4	1274.9	12212.3	0	325.6
159.1	528572.5	113079.2	3118.2	97420.8	10937.4	1274.9	12212.4	0	327.9
159.2	417294.1	113079.2	3114.9	97423.4	10937.5	1275.5	12213	0	327.9
159.3	308015.7	113079.2	3111.2	97426	10937.6	1275.5	12213.1	0	328.9
159.4	389474.5	113079.2	3108.5	97428.6	10937.6	1275.5	12213.1	0	328.9
159.5	445113.7	113079.2	3105.9	97431.2	10937.7	1275.5	12213.2	0	328.9
159.6	308015.7	113079.2	3103.2	97433.8	10937.8	1275.5	12213.3	0	328.9
159.7	472933.3	113079.2	3099.9	97436.4	10937.9	1275.5	12213.4	0	329.6
159.8	472933.3	113079.2	3095.3	97439	10937.9	1275.5	12213.4	0	331.5
161	361654.9	113079.2	3055.1	97469.6	10938.7	1282.3	12221	0	333.4
167	139098	113079.2	2879.3	97616.6	10941.9	1307.9	12249.8	0	333.4
168	111278.4	113079.2	2844.1	97639.7	10942.4	1319.6	12261.9	0	333.4
169	222556.8	113079.2	2804.6	97662.7	10942.8	1329.9	12270.7	0	341.2



Оценка экологических рисков и математическое моделирование распространения разливов судового топлива в морской среде

170	83458.8	113079.2	2051.1	97683.8	10943.2	1333.2	12274.2	0	1070.1
171	83458.8	113079.2	952.7	97696.7	10943.3	1336.2	12276.3	0	2153.5
171.1	111276.4	113079.2	830.8	97697.5	10943.3	1336.2	12276.3	0	2274.5
171.2	27819.6	113079.2	712.9	97698.1	10943.3	1336.2	12276.3	0	2391.8
171.3	83458.8	113079.2	590.5	97698.7	10943.3	1336.2	12276.3	0	2513.7
171.4	27819.6	113079.2	482.2	97699.1	10943.3	1336.2	12276.3	0	2621.5
171.5	83458.8	113079.2	401.9	97699.5	10943.3	1336.2	12276.3	0	2701.5
171.6	83458.8	113079.2	313.9	97699.8	10943.3	1336.2	12276.3	0	2789.2
171.7	83458.8	113079.2	221.9	97700.1	10943.3	1336.2	12276.3	0	2880.9
171.8	0	113079.2	100.3	97700.2	10943.3	1336.2	12276.3	0	3002.4
171.9	0	113079.2	47.9	97700.3	10943.3	1336.2	12276.2	0	3054.7
172	0	113079.2	17.8	97700.3	10943.3	1336.2	12276.2	0	3084.9
172.1	0	113079.2	6.7	97700.3	10943.3	1336.2	12276.2	0	3096
172.2	0	113079.2	1.6	97700.3	10943.3	1336.2	12276.2	0	3101.1
172.3	0	113079.2	0	97700.3	10943.3	1336.2	12276.2	0	3102.7
172.4	0	113079.2	0	97700.3	10943.3	1336.2	12276.1	0	3102.7

Таблица 7.2.4. Процентное изменение основных характеристик аварийного разлива дизельного топлива при движении по 2 траектории из т.1 при сбросе 113.1т ДТ (объем 136.24м³).

Время	Масса на поверхности моря	Испарившаяся масса	Масса, поступившая в воду за счет диспергирования	Масса, перешедшая из пятна в воду за счет гравитационного осаждения	Масса, взвешенная в воде	Масса, осевшая на дно	Масса, попавшая на берег
час	%	%	%	%	%	%	%
0	0	0	0	0	0	0	0
0.1	88.24	11.566	0.195	0	0.195	0	0
0.2	86.23	13.417	0.353	0	0.353	0	0
0.3	84.397	15.096	0.506	0	0.506	0	0
0.4	81.841	17.513	0.646	0	0.646	0	0
0.5	80.039	19.182	0.779	0	0.779	0	0
0.6	78.474	20.622	0.904	0	0.904	0	0
0.7	77.128	21.848	1.024	0	1.024	0	0
0.8	75.812	23.051	1.137	0	1.137	0	0
0.9	74.756	24	1.244	0	1.244	0	0
1	73.821	24.831	1.348	0	1.348	0	0
1.1	72.999	25.551	1.45	0	1.45	0	0
1.2	72.227	26.223	1.55	0	1.55	0	0
1.3	71.498	26.855	1.647	0	1.647	0	0
1.4	70.747	27.512	1.741	0	1.741	0	0
1.5	70.062	28.098	1.833	0.007	1.84	0	0
1.6	69.408	28.662	1.923	0.007	1.93	0	0
1.7	68.767	29.209	2.011	0.013	2.024	0	0
1.8	68.177	29.714	2.098	0.012	2.11	0	0



Программа работ «Создание региональной сети опорных геолого-геофизических профилей с целью изучения геологического строения, структуры и оценки перспектив нефтегазоносности осадочных бассейнов Охотского моря»

Оценка экологических рисков и математическое моделирование распространения разливов судового топлива в морской среде

1.9	67.597	30.204	2.182	0.017	2.199	0	0
2	67.047	30.672	2.265	0.016	2.281	0	0
2.1	66.516	31.122	2.347	0.015	2.362	0	0
2.2	65.918	31.633	2.426	0.023	2.449	0	0
2.3	65.397	32.078	2.503	0.022	2.525	0	0
2.4	64.882	32.518	2.578	0.021	2.6	0	0
2.5	64.389	32.935	2.652	0.025	2.677	0	0
2.6	63.868	33.378	2.724	0.03	2.754	0	0
2.7	63.381	33.789	2.794	0.036	2.83	0	0
2.8	62.919	34.178	2.863	0.039	2.902	0	0
2.9	62.456	34.564	2.931	0.048	2.979	0	0
3	62.035	34.917	2.997	0.05	3.047	0	0
3.1	61.601	35.288	3.062	0.049	3.111	0	0
3.2	61.181	35.643	3.126	0.051	3.177	0	0
3.3	60.767	35.995	3.189	0.049	3.238	0	0
3.4	60.353	36.349	3.25	0.048	3.298	0	0
3.5	59.957	36.68	3.311	0.052	3.363	0	0
3.6	59.576	36.998	3.37	0.057	3.426	0	0
3.7	59.196	37.318	3.428	0.058	3.485	0	0
3.8	58.804	37.652	3.484	0.059	3.544	0	0
3.9	58.436	37.966	3.54	0.058	3.598	0	0
4	58.083	38.266	3.595	0.056	3.651	0	0
4.1	57.721	38.572	3.649	0.058	3.708	0	0
4.2	57.345	38.883	3.703	0.07	3.772	0	0
4.3	56.983	39.19	3.755	0.072	3.827	0	0
4.4	56.645	39.474	3.806	0.075	3.881	0	0
4.5	56.294	39.774	3.856	0.076	3.932	0	0
4.6	55.95	40.071	3.905	0.074	3.979	0	0
4.7	55.604	40.368	3.953	0.075	4.028	0	0
4.8	55.262	40.653	4	0.084	4.085	0	0
4.9	54.927	40.937	4.047	0.089	4.136	0	0
5	54.598	41.221	4.092	0.089	4.181	0	0
5.1	53.434	42.262	4.215	0.089	4.303	0	0
5.2	52.336	43.239	4.335	0.091	4.425	0	0
5.3	51.305	44.148	4.45	0.097	4.547	0	0
5.4	50.361	44.972	4.563	0.105	4.667	0	0
5.5	49.449	45.772	4.671	0.108	4.779	0	0
5.6	48.588	46.528	4.777	0.108	4.884	0	0
5.7	47.759	47.254	4.879	0.108	4.987	0	0
5.8	46.973	47.939	4.978	0.11	5.088	0	0
5.9	46.198	48.611	5.075	0.116	5.191	0	0
6	45.465	49.248	5.169	0.118	5.287	0	0
6.1	44.739	49.87	5.261	0.13	5.39	0	0
6.2	44.029	50.489	5.35	0.132	5.482	0	0
6.3	43.346	51.083	5.436	0.135	5.572	0	0
6.4	42.678	51.66	5.521	0.141	5.662	0	0
6.5	42.028	52.224	5.603	0.145	5.748	0	0
6.6	41.389	52.782	5.684	0.146	5.829	0	0
6.7	40.764	53.325	5.762	0.149	5.911	0	0
6.8	40.134	53.871	5.838	0.157	5.995	0	0
6.9	39.53	54.402	5.912	0.157	6.069	0	0
7	38.936	54.922	5.985	0.157	6.141	0	0
7.1	38.344	55.43	6.055	0.171	6.226	0	0
7.2	37.767	55.933	6.124	0.176	6.3	0	0



Программа работ «Создание региональной сети опорных геолого-геофизических профилей с целью изучения геологического строения, структуры и оценки перспектив нефтегазоносности осадочных бассейнов Охотского моря»

Оценка экологических рисков и математическое моделирование распространения разливов судового топлива в морской среде

7.3	37.194	56.437	6.191	0.178	6.369	0	0
7.4	36.63	56.931	6.256	0.183	6.44	0	0
7.5	36.078	57.417	6.32	0.185	6.505	0	0
7.6	35.528	57.896	6.382	0.194	6.576	0	0
7.7	34.991	58.373	6.442	0.194	6.636	0	0
7.8	34.456	58.847	6.501	0.196	6.697	0	0
7.9	33.934	59.306	6.558	0.201	6.759	0	0
8	33.413	59.764	6.614	0.209	6.823	0	0
8.1	32.901	60.218	6.669	0.213	6.882	0	0
8.2	32.396	60.667	6.722	0.216	6.938	0	0
8.3	31.899	61.11	6.774	0.218	6.992	0	0
8.4	31.411	61.545	6.824	0.22	7.044	0	0
8.5	30.925	61.981	6.873	0.222	7.095	0	0
8.6	30.449	62.404	6.921	0.227	7.147	0	0
8.7	29.967	62.828	6.967	0.238	7.205	0	0
8.8	29.51	63.238	7.012	0.24	7.252	0	0
8.9	29.041	63.647	7.056	0.256	7.312	0	0
9	28.587	64.052	7.099	0.262	7.361	0	0
9.1	28.14	64.453	7.14	0.265	7.407	0	0
9.2	27.705	64.846	7.181	0.268	7.449	0	0
9.3	27.272	65.239	7.22	0.268	7.489	0	0
9.4	26.852	65.621	7.258	0.268	7.527	0	0
9.5	26.43	66.002	7.296	0.272	7.568	0	0
9.6	26.018	66.378	7.332	0.273	7.605	0	0
9.7	25.618	66.742	7.367	0.273	7.64	0	0
9.8	25.218	67.106	7.401	0.276	7.677	0	0
9.9	24.819	67.462	7.434	0.285	7.719	0	0
10	24.436	67.813	7.466	0.285	7.751	0	0
50	8.001	82.086	9.264	0.65	9.914	0	0
100	5.549	84.042	9.588	0.821	10.409	0	0
110	5.284	84.258	9.592	0.866	10.458	0	0
120	4.822	84.625	9.606	0.946	10.553	0	0
130	4.339	85.047	9.624	0.991	10.614	0	0
140	3.835	85.48	9.644	1.041	10.684	0	0
150	3.358	85.89	9.663	1.089	10.752	0	0
157	3.105	86.102	9.671	1.122	10.793	0	0
157.1	3.103	86.105	9.671	1.122	10.793	0	0
157.2	3.087	86.107	9.671	1.126	10.797	0	0.009
157.3	3.077	86.11	9.671	1.128	10.797	0	0.016
157.4	3.025	86.112	9.671	1.126	10.798	0	0.065
157.5	2.932	86.115	9.671	1.126	10.798	0	0.156
157.6	2.871	86.117	9.671	1.126	10.798	0	0.214
157.7	2.832	86.12	9.671	1.126	10.798	0	0.25
157.8	2.819	86.122	9.672	1.126	10.798	0	0.261
157.9	2.808	86.125	9.672	1.126	10.798	0	0.269
158	2.803	86.127	9.672	1.126	10.798	0	0.272
158.1	2.798	86.129	9.672	1.127	10.799	0	0.274
158.2	2.795	86.132	9.672	1.127	10.799	0	0.274
158.3	2.791	86.134	9.672	1.127	10.799	0	0.275
158.4	2.789	86.136	9.672	1.127	10.799	0	0.275
158.5	2.782	86.139	9.672	1.127	10.799	0	0.28
158.6	2.78	86.141	9.672	1.127	10.8	0	0.28
158.7	2.776	86.143	9.672	1.127	10.8	0	0.281
158.8	2.771	86.146	9.672	1.127	10.8	0	0.284



Оценка экологических рисков и математическое моделирование распространения разливов судового топлива в морской среде

158.9	2.766	86.148	9.672	1.127	10.8	0	0.286
159	2.762	86.15	9.672	1.127	10.8	0	0.288
159.1	2.757	86.153	9.672	1.127	10.8	0	0.29
159.2	2.755	86.155	9.672	1.128	10.8	0	0.29
159.3	2.751	86.157	9.672	1.128	10.8	0	0.291
159.4	2.749	86.16	9.673	1.128	10.801	0	0.291
159.5	2.747	86.162	9.673	1.128	10.801	0	0.291
159.6	2.744	86.164	9.673	1.128	10.801	0	0.291
159.7	2.741	86.167	9.673	1.128	10.801	0	0.291
159.8	2.737	86.169	9.673	1.128	10.801	0	0.293
159.9	2.735	86.171	9.673	1.128	10.801	0	0.293
160	2.733	86.173	9.673	1.128	10.801	0	0.293
170	1.814	86.385	9.677	1.179	10.855	0	0.946
170.1	1.741	86.387	9.677	1.179	10.855	0	1.018
170.2	1.633	86.388	9.677	1.179	10.855	0	1.124
170.3	1.522	86.39	9.677	1.179	10.855	0	1.233
170.4	1.435	86.391	9.677	1.179	10.855	0	1.319
170.5	1.342	86.392	9.678	1.179	10.855	0	1.411
170.6	1.242	86.393	9.678	1.179	10.855	0	1.51
170.7	1.152	86.394	9.678	1.182	10.857	0	1.597
170.8	1.055	86.396	9.678	1.182	10.857	0	1.693
170.9	0.935	86.396	9.678	1.182	10.857	0	1.812
171	0.842	86.397	9.678	1.182	10.856	0	1.904
171.1	0.735	86.397	9.678	1.182	10.856	0	2.011
171.2	0.63	86.398	9.678	1.182	10.856	0	2.115
171.3	0.522	86.398	9.678	1.182	10.856	0	2.223
171.4	0.426	86.399	9.678	1.182	10.856	0	2.318
171.5	0.355	86.399	9.678	1.182	10.856	0	2.389
171.6	0.278	86.399	9.678	1.182	10.856	0	2.457
171.7	0.196	86.4	9.678	1.182	10.856	0	2.548
171.8	0.089	86.4	9.678	1.182	10.856	0	2.655
171.9	0.042	86.4	9.678	1.182	10.856	0	2.701
172	0.016	86.4	9.678	1.182	10.856	0	2.728
172.1	0.006	86.4	9.678	1.182	10.856	0	2.738
172.2	0.001	86.4	9.678	1.182	10.856	0	2.742
172.3	0	86.4	9.678	1.182	10.856	0	2.744
174.5	0	86.4	9.678	1.182	10.852	0	2.748

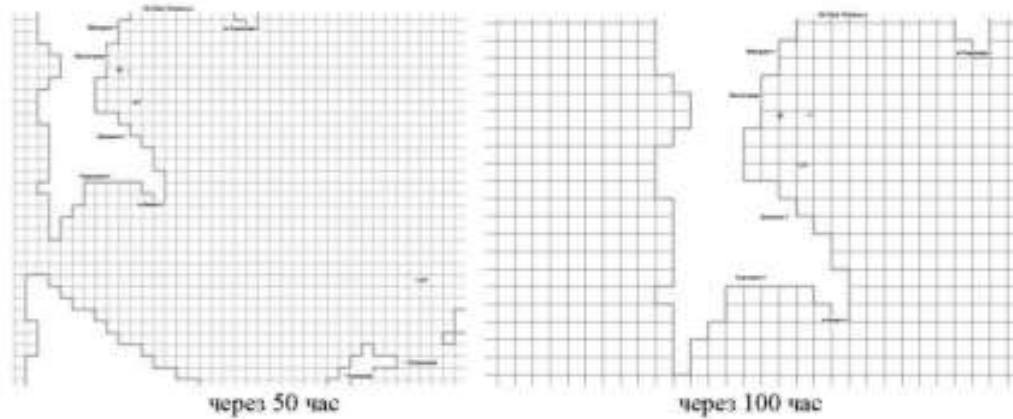
Расчетные положения пятна дизельного топлива на разные моменты времени выпущенного из точки 2 для 1-й траектории приведены на Рис.7.2.6.-7.2.8, а характеристики выветривания даны в таблицах 7.2.5-7.2.6. Как видно из приведенных данных в рассматриваемых условиях при движении по 1-й траектории пятно движется в юг-юго-восточном направлении (Рис.7.2.6. -7.2.8), так, что через 950 час оно попадает на берег о-ва Кунашир. При этом около 94,4% (106,7т) испаряется, 2,4%(2,7т) уходит в диспергированном виде в воду, 1,6% (1,8т) переходит в воду за счет гравитационного осаждения и 1,5% (1,7т) попадает на берег. Максимальное значение площади разлива в пределах толщины 1мкм около 4,3км². Для оценки длины загрязненной береговой линии рассмотрим Рис.7.2.8. Из него следует что ДТ попадет в 1 ячейку с длиной стороны 16 км. В то же время из Таблицы 7.2.5. следует что на берег попадет 1.7т ДТ. Считаем, что при попадании 2т загрязняется длина берега равная около 1км. Т.о. в рассматриваемом случае длина загрязненной береговой линии будет меньше 1км.



Оценка экологических рисков и математическое моделирование распространения разливов судового топлива в морской среде

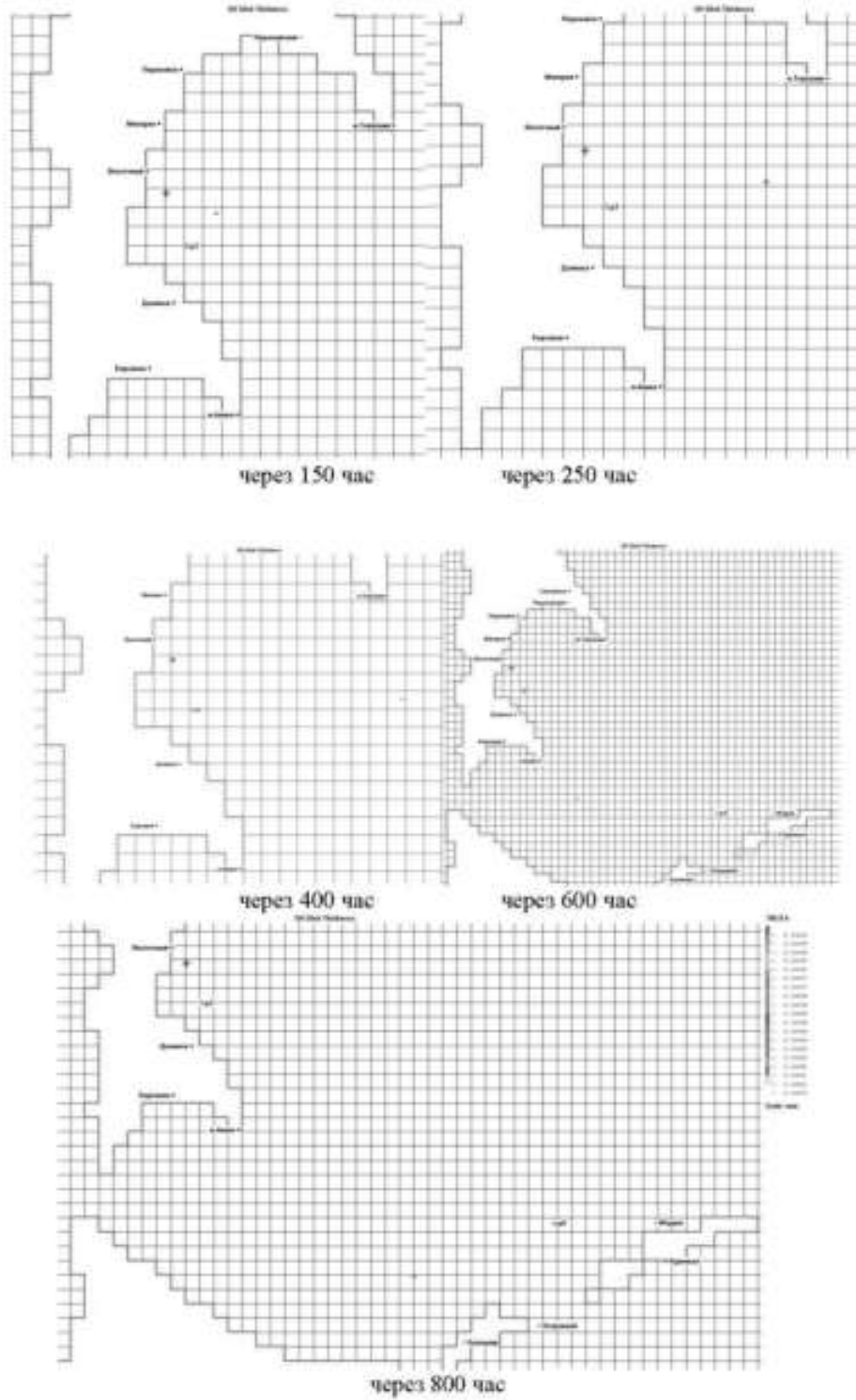


Рис. 7.2.6. Положение пятна на разные моменты времени при движении по 1 траектории из т.2 в течении 950час при сбросе 113.1т ДТ (объем 136.24м³).





Оценка экологических рисков и математическое моделирование распространения разливов судового топлива в морской среде





Оценка экологических рисков и математическое моделирование распространения разливов судового топлива в морской среде

Рис. 7.2.7. Положение пятна на разные моменты времени при движении по 1 траектории из т.2 при сбросе 113.1т ДТ (объем 136.24м³),



Рис. 7.2.8. Положение пятна на берегу через 999 час при движении по 1 траектории из т.2 при сбросе 113.1т ДТ (объем 136.24м³),

Таблица 7.2.5. Изменение основных характеристик аварийного разлива дизельного топлива при движении по 1 траектории из т.2 при сбросе 113.1т ДТ (объем 136.24м³),

Время	Площадь (>1мм)	Масса, поступившая из источника	Масса на поверхность моря	Испарившаяся масса	Масса, поступившая в воду за счет диспергирования	Масса, перешедшая из пятна в воду за счет гравитационного осаждения	Масса, растворенная в воде	Масса, осевшая на дно	Масса, попавшая на берег
час	м ²	кг	кг	кг	кг	кг	кг	кг	кг
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.1	55639.2	2260.8	2155	105.4	0.4	0	0.4	0	0
0.2	55639.2	4521.6	4293.4	228.9	1.3	0	1.3	0	0
0.3	55639.2	6782.4	6433.1	346.4	2.9	0	2.9	0	0
0.4	55639.2	9043.2	8571.4	466.6	5.1	0	5.1	0	0
0.5	83458.8	11304	10686	610.1	7.9	0	7.9	0	0
0.6	83458.8	13564.8	12770.8	782.8	11.3	0	11.3	0	0
0.7	83458.8	15825.6	14853.9	956.5	15.2	0	15.2	0	0
0.8	83458.8	18086.4	16935.3	1131.5	19.7	0	19.7	0	0
0.9	111278.4	20347.2	19002.4	1320.1	24.7	0	24.7	0	0
1	111278.4	22608	21040	1537.7	30.3	0	30.3	0	0
1.1	111278.4	24868.8	23067.8	1764.6	36.4	0	36.4	0	0
1.2	139098	27129.6	25095.3	1991.3	43	0	43	0	0
1.3	166917.6	29390.4	27106.2	2234	50.2	0	50.2	0	0
1.4	166917.6	31651.2	29102.5	2490.8	57.8	0	57.8	0	0
1.5	194737.2	33912	31078.3	2767.7	66	0	66	0	0
1.6	194737.2	36172.8	33044.1	3054.1	74.6	0	74.6	0	0
1.7	222556.8	38433.6	34997.5	3352.4	83.7	0	83.7	0	0
1.8	222556.8	40694.4	36935.8	3665.2	93.3	0	93.3	0	0



Программа работ «Создание региональной сети опорных геолого-геофизических профилей с целью изучения геологического строения, структуры и оценки перспектив нефтегазоносности осадочных бассейнов Охотского моря»

Оценка экологических рисков и математическое моделирование распространения разливов судового топлива в морской среде

1.0	250376.4	42955.2	38830.5	4009.9	103.3	2.5	105.8	0	0
2	250376.4	45216	40738.9	4360.8	113.8	2.5	116.3	0	0
2.1	278196	47476.8	42629.9	4719.7	124.7	2.5	127.2	0	0
2.2	278196	49737.6	44515	5084.2	136	2.5	138.5	0	0
2.3	306015.7	51998.4	46384.3	5463.9	147.7	2.5	150.2	0	0
2.4	306015.7	54259.2	48210.3	5886.6	159.9	2.5	162.3	0	0
2.5	306015.7	56520	50046.6	6296	172.4	5	177.4	0	0
2.6	333835.3	58780.8	51879.8	6710.8	185.3	5	190.3	0	0
2.7	361654.9	61041.6	53715.6	7122.4	198.6	5	203.6	0	0
2.8	361654.9	63302.4	55527.5	7557.6	212.3	5	217.2	0	0
2.9	361654.9	65563.2	57307.8	8024.1	226.3	5	231.3	0	0
3	417294.1	67824	59075.8	8502.5	240.7	5	245.7	0	0
3.1	445113.7	70084.8	60847.5	8976.8	255.4	5	260.4	0	0
3.2	417294.1	72345.6	62615.2	9454.9	270.5	5	275.5	0	0
3.3	472933.3	74606.4	64378.8	9936.7	285.9	5	290.9	0	0
3.4	472933.3	76867.2	66119.5	10441.1	301.6	5	306.6	0	0
3.5	528572.5	79128	67851.7	10953.7	317.7	5	322.7	0	0
3.6	584211.7	81388.8	69581.6	11468.2	334	5	339	0	0
3.7	584211.7	83649.6	71295.6	11998.3	350.7	5	355.7	0	0
3.8	612031.3	85910.4	73008	12529.7	367.7	5	372.7	0	0
3.9	639850.9	88171.2	74706.3	13074.9	385	5	390	0	0
4	667670.5	90432	76400.5	13623.9	402.6	5	407.6	0	0
4.1	695490.1	92692.8	78109	14158.3	420.5	5	425.5	0	0
4.2	667670.5	94953.6	79823.6	14686.4	438.7	5	443.7	0	0
4.3	695490.1	97214.4	81492	15260.3	457.1	5	462.1	0	0
4.4	751129.3	99475.2	83126.7	15865.2	475.9	7.5	483.4	0	0
4.5	778948.9	101736	84775.7	16457.9	494.8	7.5	502.4	0	0
4.6	778948.9	103996.8	86431.7	17041.1	514.1	10	524.1	0	0
4.7	778948.9	106257.6	88072.6	17641.4	533.6	10	543.6	0	0
4.8	834588.1	108518.4	89681.5	18273.5	553.3	10	563.3	0	0
4.9	862407.7	110779.2	91326	18869.8	573.3	10	583.3	0	0
5	890227.3	113040	92942.5	19494	593.6	10	603.6	0	0
5.1	890227.3	113079.2	92324.7	20130.8	613.7	10	623.7	0	0
5.2	890227.3	113079.2	91718.1	20717.4	633.6	10	643.6	0	0
5.3	918047	113079.2	91145.9	21270	653.2	10	663.3	0	0
5.4	918047	113079.2	90562.7	21833.9	672.6	10	682.6	0	0
5.5	918047	113079.2	89968.4	22409.1	691.7	10	701.7	0	0
5.6	945866.6	113079.2	89380.2	22976	710.5	12.5	723	0	0
5.7	973686.2	113079.2	88814.2	23523.4	729	12.5	741.5	0	0
5.8	1001505.8	113079.2	88264.8	24054.6	747.3	12.5	759.8	0	0
5.9	1001505.8	113079.2	87718.6	24582.8	765.3	12.5	777.8	0	0
6	1001505.8	113079.2	87178.2	25105.4	783.1	12.5	795.6	0	0
6.1	1001505.8	113079.2	86649.4	25616.7	800.6	12.5	813.1	0	0
6.2	1029325.4	113079.2	86129	26119.8	818	12.5	830.4	0	0
6.3	1029325.4	113079.2	85605.6	26626.2	835	12.5	847.5	0	0
6.4	1001505.8	113079.2	85089.1	27125.8	851.8	12.5	864.3	0	0
6.5	1001505.8	113079.2	84585.8	27612.5	868.4	12.5	880.9	0	0
6.6	1084964.6	113079.2	84085	28096.9	884.8	12.5	897.3	0	0



Программа работ «Создание региональной сети опорных геолого-геофизических профилей с целью изучения геологического строения, структуры и оценки перспектив нефтегазоносности осадочных бассейнов Охотского моря»

Оценка экологических рисков и математическое моделирование распространения разливов судового топлива в морской среде

6.7	1029325.4	113079.2	83606	28556	901	16.2	917.2	0	0
6.8	1029325.4	113079.2	83125.1	29021	916.9	16.2	933.1	0	0
6.9	1029325.4	113079.2	82649.3	29481.1	932.6	16.2	948.8	0	0
7	1057145	113079.2	82194.2	29920.7	948.1	16.2	964.3	0	0
7.1	1084964.6	113079.2	81743.6	30356	963.4	16.2	979.6	0	0
7.2	1029325.4	113079.2	81290.9	30793.6	978.5	16.2	994.7	0	0
7.3	1029325.4	113079.2	80867	31202.6	993.4	16.2	1009.6	0	0
7.4	1057145	113079.2	80445.9	31609	1008.1	16.2	1024.3	0	0
7.5	1084964.6	113079.2	80020.8	32019.5	1022.6	16.2	1038.9	0	0
7.6	1057145	113079.2	79593.8	32429.7	1037	18.7	1055.6	0	0
7.7	1029325.4	113079.2	79163.2	32842.9	1051.1	22	1073.1	0	0
7.8	1057145	113079.2	78750.1	33239.6	1065	24.5	1089.5	0	0
7.9	1084964.6	113079.2	78348.8	33627.1	1078.8	24.5	1103.2	0	0
8	1084964.6	113079.2	77980.1	33982.3	1092.4	24.5	1116.8	0	0
8.1	1057145	113079.2	77611.8	34337.2	1105.8	24.5	1130.2	0	0
8.2	1029325.4	113079.2	77238.8	34696.9	1119	24.5	1143.5	0	0
8.3	1057145	113079.2	76873.7	35048.9	1132.1	24.5	1156.6	0	0
8.4	1057145	113079.2	76508.3	35401.4	1145.1	24.5	1169.5	0	0
8.5	1084964.6	113079.2	76171.8	35723.9	1157.8	25.7	1183.5	0	0
8.6	1084964.6	113079.2	75835.2	36045.4	1170.4	28.1	1198.6	0	0
8.7	1057145	113079.2	75496.4	36371.7	1182.9	28.1	1211	0	0
8.8	1057145	113079.2	75162.3	36689.2	1195.2	32.5	1227.7	0	0
8.9	1112784.2	113079.2	74840.4	36999	1207.4	32.5	1239.8	0	0
9	1084964.6	113079.2	74524	37303.4	1219.4	32.5	1251.9	0	0
9.1	1084964.6	113079.2	74214.8	37600.6	1231.3	32.5	1263.7	0	0
9.2	1057145	113079.2	73919.4	37884.3	1243	32.5	1275.5	0	0
9.3	1084964.6	113079.2	73625.1	38167	1254.6	32.5	1287.1	0	0
9.4	1112784.2	113079.2	73334.2	38446.4	1266.1	32.5	1298.5	0	0
9.5	1084964.6	113079.2	73036.3	38730.5	1277.4	34.9	1312.4	0	0
9.6	1057145	113079.2	72762.9	38992.8	1288.7	34.9	1323.6	0	0
9.7	1057145	113079.2	72482.1	39262.4	1299.7	34.9	1334.7	0	0
9.8	1084964.6	113079.2	72205.1	39528.5	1310.7	34.9	1345.7	0	0
9.9	1112784.2	113079.2	71938.9	39783.8	1321.6	34.9	1356.5	0	0
10	1084964.6	113079.2	71669.5	40042.4	1332.3	34.9	1367.2	0	0
50	2058650.7	113079.2	25415.7	84869.9	2503.4	290.2	2793.6	0	0
100	2698501.6	113079.2	13456.8	96513.5	2621.6	487.3	3108.8	0	0
300	2921058.5	113079.2	7607.9	101844.5	2766.5	860.3	3626.7	0	0
400	2670682	113079.2	6336.7	102937.7	2766.8	1038.1	3804.9	0	0
450	2392486	113079.2	5489	103677.2	2766.9	1146.1	3912.9	0	0



Программа работ «Создание региональной сети опорных геолого-геофизических профилей с целью изучения геологического строения, структуры и оценки перспектив нефтегазоносности осадочных бассейнов Охотского моря»

Оценка экологических рисков и математическое моделирование распространения разливов судового топлива в морской среде

500	1947372.3	11.30.79.2	4588.1	104474	2766.9	1250.2	4017.1	0	0
550	1300980.2	11.30.79.2	3820.8	105081.7	2766.9	1409.8	4176.7	0	0
560	1474439	11.30.79.2	3701.3	105171.2	2766.9	1439.7	4206.6	0	0
570	1279701.8	11.30.79.2	3571	105251.8	2766.9	1489.5	4256.4	0	0
580	1251882.2	11.30.79.2	3494.2	105324.9	2766.9	1493.1	4260.1	0	0
590	1251882.2	11.30.79.2	3402.4	105390.5	2766.9	1519.4	4286.3	0	0
600	1084964.6	11.30.79.2	3302.7	105453	2766.9	1556.6	4323.5	0	0
610	1029525.4	11.30.79.2	3242.1	105512.3	2766.9	1557.9	4324.8	0	0
650	667670.5	11.30.79.2	2938.1	105708.8	2766.9	1665.4	4432.3	0	0
700	306015.7	11.30.79.2	2604.1	105938.8	2766.9	1769.3	4536.2	0	0
800	27819.6	11.30.79.2	2050.8	106393	2766.9	1868.5	4635.4	0	0
885	0	11.30.79.2	1702.2	106726.7	2766.9	1883.4	4650.4	0	0
885.1	27819.6	11.30.79.2	1701.6	106726.9	2766.9	1883.4	4650.4	0	0.3
885.2	0	11.30.79.2	1700.7	106727.1	2766.9	1883.4	4650.4	0	1.1
885.3	0	11.30.79.2	1700.4	106727.3	2766.9	1883.4	4650.4	0	1.1
885.4	0	11.30.79.2	1700.2	106727.5	2766.9	1883.4	4650.4	0	1.1
885.5	0	11.30.79.2	1698.4	106727.7	2766.9	1883.4	4650.4	0	2.6
885.6	27819.6	11.30.79.2	1698.2	106728	2766.9	1883.4	4650.4	0	2.6
885.7	27819.6	11.30.79.2	1697.1	106728.2	2766.9	1883.4	4650.4	0	3.5
885.8	0	11.30.79.2	1694.4	106728.4	2766.9	1883.4	4650.4	0	6
885.9	27819.6	11.30.79.2	1691.9	106728.6	2766.9	1883.4	4650.4	0	8.3
886	27819.6	11.30.79.2	1687.3	106728.8	2766.9	1883.4	4650.4	0	12.8
886.1	27819.6	11.30.79.2	1685.2	106729	2766.9	1883.4	4650.4	0	14.7
886.2	0	11.30.79.2	1683.1	106729.2	2766.9	1883.4	4650.4	0	16.5
886.3	27819.6	11.30.79.2	1680.7	106729.4	2766.9	1883.4	4650.4	0	18.7
886.4	0	11.30.79.2	1679.1	106729.6	2766.9	1883.4	4650.4	0	20.2
886.5	27819.6	11.30.79.2	1676.9	106729.8	2766.9	1883.4	4650.4	0	22.2
886.6	0	11.30.79.2	1673.5	106730	2766.9	1883.4	4650.4	0	25.4
886.7	27819.6	11.30.79.2	1667.8	106730.2	2766.9	1883.4	4650.4	0	30.8
886.8	27819.6	11.30.79.2	1656.3	106730.4	2766.9	1883.4	4650.4	0	42.1
886.9	0	11.30.79.2	1645.9	106730.5	2766.9	1883.4	4650.4	0	52.4
887	0	11.30.79.2	1636.7	106730.7	2766.9	1883.4	4650.4	0	61.4
889	0	11.30.79.2	1262.4	106733.9	2766.9	1883.4	4650.4	0	432.5
892	0	11.30.79.2	315.9	106736.6	2766.9	1883.4	4650.4	0	1376.4
895	0	11.30.79.2	9.2	106737.3	2766.9	1883.4	4650.4	0	1682.4
895.1	0	11.30.79.2	6.1	106737.3	2766.9	1883.4	4650.4	0	1685.4
895.2	0	11.30.79.2	4.5	106737.3	2766.9	1883.4	4650.4	0	1687
895.3	0	11.30.79.2	3.9	106737.3	2766.9	1883.4	4650.4	0	1687.6
895.4	0	11.30.79.2	3.9	106737.3	2766.9	1883.4	4650.4	0	1687.6
895.5	0	11.30.79.2	3.9	106737.3	2766.9	1883.4	4650.4	0	1687.6
895.6	0	11.30.79.2	3.3	106737.3	2766.9	1883.4	4650.4	0	1688.2
895.7	0	11.30.79.2	2.5	106737.3	2766.9	1883.4	4650.4	0	1689
895.8	0	11.30.79.2	2.5	106737.3	2766.9	1883.4	4650.4	0	1689
895.9	0	11.30.79.2	2	106737.3	2766.9	1883.4	4650.4	0	1689.5
896	0	11.30.79.2	2	106737.3	2766.9	1883.4	4650.4	0	1689.5
896.1	0	11.30.79.2	2	106737.3	2766.9	1883.4	4650.4	0	1689.5
896.2	0	11.30.79.2	2	106737.3	2766.9	1883.4	4650.4	0	1689.5
896.3	0	11.30.79.2	1.7	106737.3	2766.9	1883.4	4650.4	0	1689.8
896.4	0	11.30.79.2	1.7	106737.3	2766.9	1883.4	4650.4	0	1689.8



Оценка экологических рисков и математическое моделирование распространения разливов судового топлива в морской среде

896.5	0	113079.2	1.7	106737.3	2766.9	1883.4	4650.4	0	1689.8
896.6	0	113079.2	1.7	106737.3	2766.9	1883.4	4650.4	0	1689.8
896.7	0	113079.2	0.4	106737.3	2766.9	1883.4	4650.4	0	1691.1
896.8	0	113079.2	0.4	106737.3	2766.9	1883.4	4650.4	0	1691.1
896.9	0	113079.2	0.4	106737.3	2766.9	1883.4	4650.4	0	1691.1
897	0	113079.2	0.4	106737.3	2766.9	1883.4	4650.4	0	1691.1
897.1	0	113079.2	0	106737.3	2766.9	1883.4	4650.4	0	1691.5

Таблица 7.2.6. Процентное изменение основных характеристик аварийного разлива дизельного топлива при движении по 1 траектории из т. 2 при сбросе 113.1т ДТ (объем 136.24м³).

Время	Масса на поверхности моря	Испарившаяся масса	Масса, поступившая в воду за счет диспергирования	Масса, перешедшая из пелла в воду за счет грануляционного осаждения	Масса, взвешенная в воде	Масса, осевшая на дно	Масса, попавшая на берег
час	%	%	%	%	%	%	%
0	0	0	0	0	0	0	0
0.1	95.322	4.662	0.016	0	0.016	0	0
0.2	94.953	5.018	0.03	0	0.03	0	0
0.3	94.849	5.107	0.043	0	0.043	0	0
0.4	94.783	5.16	0.057	0	0.057	0	0
0.5	94.533	5.397	0.07	0	0.07	0	0
0.6	94.146	5.771	0.083	0	0.083	0	0
0.7	93.86	6.044	0.096	0	0.096	0	0
0.8	93.635	6.256	0.109	0	0.109	0	0
0.9	93.391	6.488	0.121	0	0.121	0	0
1	93.064	6.802	0.134	0	0.134	0	0
1.1	92.758	7.096	0.146	0	0.146	0	0
1.2	92.502	7.34	0.159	0	0.159	0	0
1.3	92.228	7.601	0.171	0	0.171	0	0
1.4	91.948	7.87	0.183	0	0.183	0	0
1.5	91.644	8.161	0.195	0	0.195	0	0
1.6	91.351	8.443	0.206	0	0.206	0	0
1.7	91.06	8.722	0.218	0	0.218	0	0
1.8	90.764	9.007	0.229	0	0.229	0	0
1.9	90.419	9.335	0.241	0.006	0.246	0	0
2	90.098	9.644	0.252	0.006	0.257	0	0
2.1	89.791	9.941	0.263	0.005	0.268	0	0
2.2	89.5	10.222	0.273	0.005	0.278	0	0
2.3	89.203	10.508	0.284	0.005	0.289	0	0
2.4	88.852	10.849	0.295	0.005	0.299	0	0
2.5	88.547	11.139	0.305	0.009	0.314	0	0
2.6	88.26	11.417	0.315	0.008	0.324	0	0
2.7	87.996	11.668	0.325	0.008	0.333	0	0
2.8	87.718	11.939	0.335	0.008	0.343	0	0
2.9	87.409	12.239	0.345	0.008	0.353	0	0
3	87.102	12.536	0.355	0.007	0.362	0	0
3.1	86.82	12.809	0.364	0.007	0.372	0	0
3.2	86.55	13.069	0.374	0.007	0.381	0	0
3.3	86.291	13.319	0.383	0.007	0.39	0	0
3.4	86.018	13.583	0.392	0.006	0.399	0	0



Программа работ «Создание региональной сети опорных геолого-геофизических профилей с целью изучения геологического строения, структуры и оценки перспектив нефтегазоносности осадочных бассейнов Охотского моря»

Оценка экологических рисков и математическое моделирование распространения разливов судового топлива в морской среде

3.5	85.749	13.843	0.401	0.006	0.408	0	0
3.6	85.493	14.091	0.41	0.006	0.417	0	0
3.7	85.231	14.344	0.419	0.006	0.425	0	0
3.8	84.982	14.585	0.428	0.006	0.434	0	0
3.9	84.729	14.829	0.437	0.006	0.442	0	0
4	84.484	15.065	0.445	0.006	0.451	0	0
4.1	84.267	15.274	0.454	0.005	0.459	0	0
4.2	84.066	15.467	0.462	0.005	0.467	0	0
4.3	83.827	15.698	0.47	0.005	0.475	0	0
4.4	83.565	15.949	0.478	0.008	0.486	0	0
4.5	83.329	16.177	0.486	0.007	0.494	0	0
4.6	83.11	16.386	0.494	0.01	0.504	0	0
4.7	82.886	16.602	0.502	0.009	0.512	0	0
4.8	82.642	16.839	0.51	0.009	0.519	0	0
4.9	82.44	17.034	0.518	0.009	0.527	0	0
5	82.221	17.245	0.525	0.009	0.534	0	0
5.1	81.646	17.802	0.543	0.009	0.552	0	0
5.2	81.11	18.321	0.56	0.009	0.569	0	0
5.3	80.604	18.81	0.578	0.009	0.587	0	0
5.4	80.088	19.309	0.595	0.009	0.604	0	0
5.5	79.562	19.817	0.612	0.009	0.621	0	0
5.6	79.042	20.318	0.628	0.011	0.639	0	0
5.7	78.542	20.803	0.645	0.011	0.656	0	0
5.8	78.056	21.272	0.661	0.011	0.672	0	0
5.9	77.573	21.739	0.677	0.011	0.688	0	0
6	77.095	22.202	0.693	0.011	0.704	0	0
6.1	76.627	22.654	0.708	0.011	0.719	0	0
6.2	76.167	23.099	0.723	0.011	0.734	0	0
6.3	75.704	23.546	0.738	0.011	0.749	0	0
6.4	75.247	23.988	0.753	0.011	0.764	0	0
6.5	74.802	24.419	0.768	0.011	0.779	0	0
6.6	74.359	24.847	0.782	0.011	0.793	0	0
6.7	73.936	25.253	0.797	0.014	0.811	0	0
6.8	73.51	25.664	0.811	0.014	0.825	0	0
6.9	73.09	26.071	0.825	0.014	0.839	0	0
7	72.687	26.46	0.838	0.014	0.853	0	0
7.1	72.289	26.845	0.852	0.014	0.866	0	0
7.2	71.888	27.232	0.865	0.014	0.88	0	0
7.3	71.514	27.594	0.879	0.014	0.893	0	0
7.4	71.141	27.953	0.892	0.014	0.906	0	0
7.5	70.765	28.316	0.904	0.014	0.919	0	0
7.6	70.388	28.679	0.917	0.017	0.934	0	0
7.7	70.007	29.044	0.93	0.019	0.949	0	0
7.8	69.642	29.395	0.942	0.022	0.963	0	0
7.9	69.287	29.738	0.954	0.022	0.976	0	0
8	68.961	30.052	0.966	0.022	0.988	0	0
8.1	68.635	30.366	0.978	0.022	1	0	0
8.2	68.305	30.684	0.99	0.022	1.011	0	0
8.3	67.982	30.995	1.001	0.022	1.023	0	0
8.4	67.659	31.307	1.013	0.022	1.034	0	0
8.5	67.361	31.592	1.024	0.023	1.047	0	0
8.6	67.064	31.876	1.035	0.025	1.06	0	0
8.7	66.764	32.165	1.046	0.025	1.071	0	0
8.8	66.469	32.446	1.057	0.029	1.086	0	0



Программа работ «Создание региональной сети опорных геолого-геофизических профилей с целью изучения геологического строения, структуры и оценки перспектив нефтегазоносности осадочных бассейнов Охотского моря»

Оценка экологических рисков и математическое моделирование распространения разливов судового топлива в морской среде

8.9	66.184	32.72	1.068	0.029	1.096	0	0
9	65.904	32.989	1.078	0.029	1.107	0	0
9.1	65.631	33.252	1.089	0.029	1.118	0	0
9.2	65.37	33.502	1.099	0.029	1.128	0	0
9.3	65.109	33.752	1.109	0.029	1.138	0	0
9.4	64.852	34	1.12	0.029	1.148	0	0
9.5	64.589	34.251	1.13	0.031	1.161	0	0
9.6	64.347	34.483	1.14	0.031	1.171	0	0
9.7	64.099	34.721	1.149	0.031	1.18	0	0
9.8	63.854	34.956	1.159	0.031	1.19	0	0
9.9	63.618	35.182	1.169	0.031	1.2	0	0
10	63.38	35.411	1.178	0.031	1.209	0	0
50	22.476	75.054	2.214	0.257	2.47	0	0
100	11.9	85.35	2.318	0.431	2.749	0	0
110	11.552	85.689	2.322	0.457	2.779	0	0
120	11.306	85.91	2.323	0.462	2.785	0	0
130	11.069	86.124	2.325	0.483	2.807	0	0
140	10.678	86.462	2.341	0.519	2.86	0	0
150	10.219	86.878	2.371	0.532	2.903	0	0
157	9.939	87.136	2.388	0.538	2.925	0	0
157.1	9.935	87.139	2.388	0.538	2.925	0	0
157.2	9.928	87.143	2.388	0.541	2.929	0	0
157.3	9.924	87.147	2.388	0.541	2.929	0	0
157.4	9.92	87.15	2.388	0.541	2.93	0	0
157.5	9.916	87.154	2.389	0.541	2.93	0	0
157.6	9.909	87.157	2.389	0.545	2.934	0	0
157.7	9.905	87.161	2.389	0.545	2.934	0	0
157.8	9.902	87.164	2.389	0.545	2.934	0	0
157.9	9.897	87.168	2.389	0.545	2.935	0	0
158	9.893	87.172	2.39	0.545	2.935	0	0
158.1	9.89	87.175	2.39	0.545	2.935	0	0
158.2	9.886	87.179	2.39	0.545	2.935	0	0
158.3	9.882	87.182	2.39	0.545	2.936	0	0
158.4	9.878	87.186	2.391	0.545	2.936	0	0
158.5	9.872	87.189	2.391	0.548	2.939	0	0
158.6	9.868	87.193	2.391	0.548	2.939	0	0
158.7	9.861	87.196	2.391	0.552	2.943	0	0
158.8	9.857	87.2	2.391	0.552	2.943	0	0
158.9	9.853	87.203	2.392	0.552	2.943	0	0
159	9.849	87.207	2.392	0.553	2.945	0	0
159.1	9.841	87.21	2.392	0.557	2.949	0	0
159.2	9.837	87.214	2.392	0.557	2.949	0	0
159.3	9.834	87.218	2.392	0.557	2.949	0	0
159.4	9.83	87.221	2.393	0.557	2.949	0	0
159.5	9.826	87.225	2.393	0.557	2.949	0	0
159.6	9.822	87.228	2.393	0.557	2.95	0	0
159.7	9.819	87.232	2.393	0.557	2.95	0	0
159.8	9.814	87.235	2.393	0.558	2.951	0	0
159.9	9.81	87.239	2.394	0.558	2.951	0	0
160	9.806	87.242	2.394	0.558	2.951	0	0
170	9.401	87.604	2.413	0.582	2.995	0	0
170.1	9.397	87.608	2.413	0.582	2.995	0	0
170.2	9.393	87.611	2.414	0.582	2.996	0	0
170.3	9.39	87.615	2.414	0.582	2.996	0	0



Оценка экологических рисков и математическое моделирование распространения разливов судового топлива в морской среде

170.4	9.386	87.618	2.414	0.582	2.996	0	0
170.5	9.382	87.622	2.414	0.582	2.996	0	0
170.6	9.379	87.625	2.414	0.582	2.996	0	0
170.7	9.375	87.629	2.414	0.582	2.996	0	0
170.8	9.371	87.632	2.415	0.582	2.997	0	0
170.9	9.368	87.636	2.415	0.582	2.997	0	0
171	9.364	87.639	2.415	0.582	2.997	0	0
171.1	9.36	87.643	2.415	0.582	2.997	0	0
171.2	9.357	87.646	2.415	0.582	2.997	0	0
171.3	9.353	87.649	2.415	0.582	2.997	0	0
171.4	9.35	87.653	2.416	0.582	2.998	0	0
171.5	9.346	87.656	2.416	0.582	2.998	0	0
171.6	9.342	87.66	2.416	0.582	2.998	0	0
171.7	9.339	87.663	2.416	0.582	2.998	0	0
171.8	9.335	87.666	2.416	0.582	2.998	0	0
171.9	9.332	87.67	2.416	0.582	2.998	0	0
172	9.328	87.673	2.417	0.582	2.999	0	0
172.1	9.325	87.677	2.417	0.582	2.999	0	0
172.2	9.321	87.68	2.417	0.582	2.999	0	0
172.3	9.318	87.683	2.417	0.582	2.999	0	0
174.5	9.238	87.757	2.42	0.585	3.005	0	0
300	6.728	90.065	2.446	0.761	3.207	0	0
400	5.604	91.031	2.447	0.918	3.365	0	0
500	4.057	92.39	2.447	1.106	3.552	0	0
550	3.379	92.928	2.447	1.247	3.694	0	0
560	3.273	93.007	2.447	1.273	3.72	0	0
570	3.158	93.078	2.447	1.317	3.764	0	0
580	3.09	93.143	2.447	1.32	3.767	0	0
590	3.009	93.201	2.447	1.344	3.791	0	0
600	2.921	93.256	2.447	1.377	3.823	0	0
610	2.867	93.308	2.447	1.378	3.825	0	0
700	2.303	93.686	2.447	1.565	4.012	0	0
800	1.814	94.087	2.447	1.652	4.099	0	0
885	1.505	94.382	2.447	1.666	4.112	0	0
892.9	0.127	94.391	2.447	1.666	4.112	0	1.369
896	0.002	94.392	2.447	1.666	4.112	0	1.494
896.1	0.002	94.392	2.447	1.666	4.112	0	1.494
896.2	0.002	94.392	2.447	1.666	4.112	0	1.494
896.3	0.002	94.392	2.447	1.666	4.112	0	1.494
896.4	0.002	94.392	2.447	1.666	4.112	0	1.494
896.5	0.002	94.392	2.447	1.666	4.112	0	1.494
896.6	0.002	94.392	2.447	1.666	4.112	0	1.494
896.7	0	94.392	2.447	1.666	4.112	0	1.496

Расчетные положения пятна дизельного топлива на разные моменты времени выпущенного из точки 2 для 2-й траектории приведены на Рис.7.2.9.-7.2.12, а характеристики выветривания даны в таблицах 7.2.7-7.2.8. Как видно из приведенных данных в рассматриваемых условиях при движении по 2-й траектории пятно движется в северном направлении (Рис.7.2.9 -7.2.12), так, что через 25 час оно попадает на берег в районе Макарова. При этом около 79,5% (89,9т) испаряется, 12,1%(13,7т) уходит в диспергированном виде в воду, 0,7% (0,8т) переходит в воду за счет гравитационного осаждения и 7,6% (8,6т) попадает на берег. Максимальное значение площади разлива в пределах



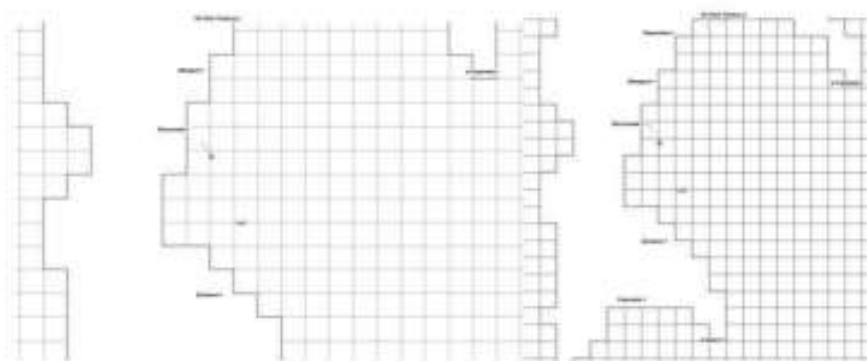
Оценка экологических рисков и математическое моделирование распространения разливов судового топлива в морской среде

толщины 1мкм около 3,17 км². Для оценки длины загрязненной береговой линии рассмотрим Рис.7.2.8. Из него следует что ДТ попало в 1 ячейку с длиной стороны 16 км. В то же время из Таблицы 7.2.7. следует что на берег попало 8,7 т ДТ. Считаем, что при попадании 2 т загрязняется береговая линия равная около 1км. Т.о. в рассматриваемом случае длина загрязненной береговой линии будет около 4км.

Как было сказано при проведении траекторного анализа (с нейтральными маркерами) при разливе из точки 2 наиболее вероятно под воздействием оказываются ООПТ «Поронайский» и «Долинский» и менее вероятно ООПТ «Островной» (Рис.7.1.24.). Времена достижения ООПТ «Поронайский» около 430 час, «Долинский» около 50 час, «Островной» больше 900 час (Рис.7.1.24 - 7.1.25.). Остальные ООПТ в этом случае не затрагиваются. Поскольку время достижения ООПТ «Поронайский» около 430 час, то в соответствии с таблицами выветривания 7.2.5.-7.2.6. туда может попасть не больше 6т дизельного топлива. Поскольку время достижения ООПТ «Долинский» около 70час, то в соответствии с таблицами выветривания 7.2.5.-7.2.6. туда может попасть не больше 20 т дизельного топлива. Поскольку время достижения ООПТ «Островной» больше 900час, то в соответствии с таблицами выветривания 7.2.5.-7.2.6. туда может попасть не больше нескольких килограмм дизельного топлива.



Рис. 7.2.9. Положение пятна на разные моменты времени при движении по 2 траектории из т.2 в течении 25час при сбросе 113.1т ДТ (объем 136.24м³).





Оценка экологических рисков и математическое моделирование распространения разливов судового топлива в морской среде

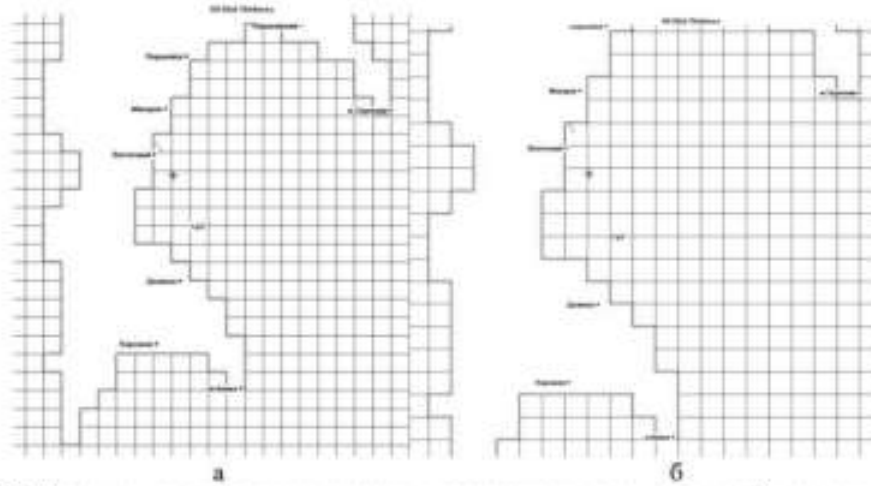


Рис. 7.2.10. Положение пятна на разные моменты времени при движении по 2 траектории из т.2 в течении 25час при сбросе 113.1т ДТ (объем 136.24м³).

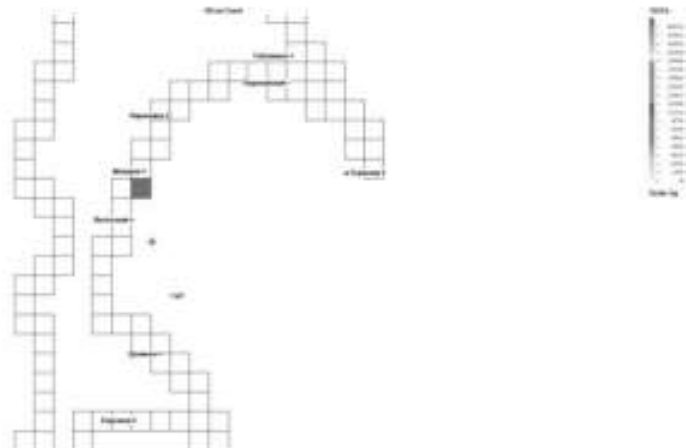


Рис. 7.2.11. Положение пятна на берегу при движении по 2 траектории из т.2 в течении 25час при сбросе 113.1т ДТ (объем 136.24м³).



Оценка экологических рисков и математическое моделирование распространения разливов судового топлива в морской среде

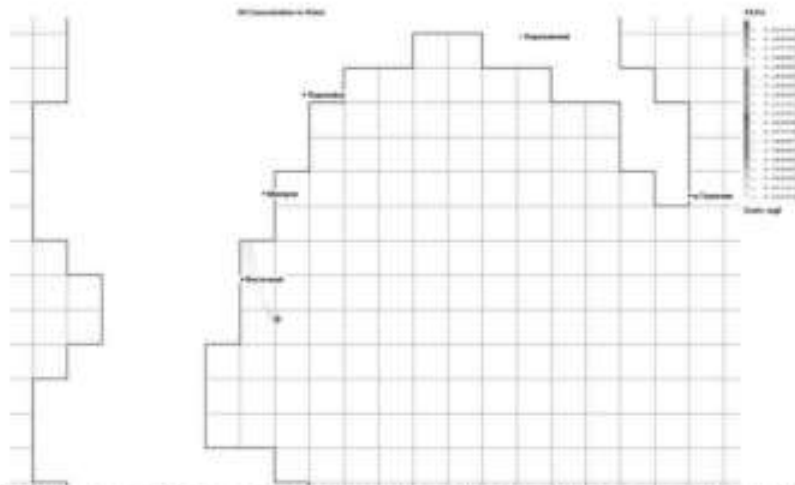


Рис. 7.2.12. Концентрация ДГ в воде при движении по 2 траектории из т.2 в течении 25час при сбросе 113.1т ДГ (объем 136.24м³).



Оценка экологических рисков и математическое моделирование распространения разливов судового топлива в морской среде

Таблица 7.2.7. Изменение основных характеристик аварийного разлива дизельного топлива при движении по 2 траектории из т. 2 при сбросе 113.1т ДТ (объем 136.24м³).

Время	Площадь (>1ммс)	Масса, поступившая из источника	Масса на поверхности моря	Испарившаяся масса	Масса, поступившая в воду за счет диспергирования	Масса, перешедшая из литы в воду за счет гравитационного осаждения	Масса, взвешенная в воде	Масса, осевшая на дно	Масса, попавшая на берег
час	м2	кг	кг	кг	кг	кг	кг	кг	кг
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.1	83458.8	2260.8	1863.6	382.9	14.3	0	14.3	0	0
0.2	166917.6	4521.6	3520.6	951.6	49.4	0	49.4	0	0
0.3	250376.4	6782.4	3054.2	1626.5	101.7	0	101.7	0	0
0.4	306015.7	9043.2	6508.1	2366.5	168.6	0	168.6	0	0
0.5	361654.9	11304	7922.8	3131.5	249.7	0	249.7	0	0
0.6	445113.7	13564.8	9259.9	3961.5	343.4	0	343.4	0	0
0.7	528572.5	15825.6	10333.7	4843.1	448.8	0	448.8	0	0
0.8	556392.1	18086.4	11762.6	5758.2	565.6	0	565.6	0	0
0.9	612031.3	20347.2	12935.3	6719.4	692.5	0	692.5	0	0
1	751129.3	22608	14075.7	7703.8	828.5	0	828.5	0	0
3	2197748.8	67824	30214.1	32810.8	4749.4	49.6	4799.1	0	0
4	2948878.1	90432	34933.7	48331.6	7050.7	116	7166.7	0	0
5	3560909.4	113040	38969.5	64630	9245.8	194.7	9440.5	0	0
10	3839105.4	113079.2	12530	87360.1	12677.8	511.3	13189	0	0
15	4006023.1	113079.2	9833.6	89206.1	13358.3	701.2	14039.5	0	0
20	2976697.7	113079.2	6375.8	89806.4	13687.2	779.6	14466.8	0	2430.2
21	2086470.3	113079.2	4624.7	89873.1	13710.2	794	14504.2	0	4077.2
22	1251882.2	113079.2	2786.8	89921.1	13720.3	805.5	14525.7	0	5845.6
23	361654.9	113079.2	830	89953.1	13722.8	806.8	14529.5	0	7766.6
23.1	278196	113079.2	617.9	89955.3	13722.9	806.8	14529.5	0	7976.4
23.2	222556.8	113079.2	411.2	89957.1	13722.9	806.8	14529.5	0	8181.3
23.3	111278.4	113079.2	186.2	89957.6	13722.9	806.8	14529.5	0	8405.9
23.4	27819.6	113079.2	41.7	89957.7	13722.9	806.8	14529.5	0	8550.2
23.5	0	113079.2	0	89957.8	13722.9	806.8	14529.5	0	8591.9
23.6	0	113079.2	0	89957.8	13722.9	806.8	14529.5	0	8591.9

Таблица 7.2.8. Процентное изменение основных характеристик аварийного разлива дизельного топлива при движении по 2 траектории из т. 2 при сбросе 113.1т ДТ (объем 136.24м³).

Время	Масса на поверхности моря	Испарившаяся масса	Масса, поступившая в воду за счет диспергирования	Масса, перешедшая из литы в воду за счет гравитационного осаждения	Масса, взвешенная в воде	Масса, осевшая на дно	Масса, попавшая на берег
час	%	%	%	%	%	%	%
0	0	0	0	0	0	0	0
0.1	82.43	16.937	0.633	0	0.633	0	0
0.2	77.862	21.045	1.093	0	1.093	0	0
0.3	74.519	23.981	1.5	0	1.5	0	0
0.4	71.967	26.169	1.865	0	1.865	0	0
0.5	70.088	27.703	2.209	0	2.209	0	0
0.6	68.264	29.204	2.532	0	2.532	0	0



Оценка экологических рисков и математическое моделирование распространения разливов судового топлива в морской среде

0.7	66.561	30.603	2.836	0	2.836	0	0
0.8	65.036	31.837	3.127	0	3.127	0	0
0.9	63.573	33.024	3.403	0	3.403	0	0
1	62.26	34.076	3.665	0	3.665	0	0
3	44.548	48.376	7.003	0.073	7.076	0	0
4	38.63	53.445	7.797	0.128	7.925	0	0
5	34.474	57.174	8.179	0.172	8.352	0	0
10	11.081	77.256	11.211	0.452	11.664	0	0
15	8.696	78.888	11.796	0.62	12.416	0	0
20	5.638	79.419	12.104	0.689	12.794	0	2.149
21	4.09	79.478	12.124	0.702	12.827	0	3.606
22	2.464	79.52	12.133	0.712	12.846	0	5.169
23	0.734	79.549	12.136	0.713	12.849	0	6.866
23.1	0.546	79.551	12.136	0.713	12.849	0	7.054
23.2	0.364	79.552	12.136	0.713	12.849	0	7.235
23.3	0.165	79.553	12.136	0.713	12.849	0	7.434
23.4	0.037	79.553	12.136	0.713	12.849	0	7.561
23.5	0	79.553	12.136	0.713	12.849	0	7.596
23.6	0	79.553	12.136	0.713	12.849	0	7.596
23.7	0	79.553	12.136	0.713	12.849	0	7.596
23.8	0	79.553	12.136	0.713	12.849	0	7.596
23.9	0	79.553	12.136	0.713	12.849	0	7.596

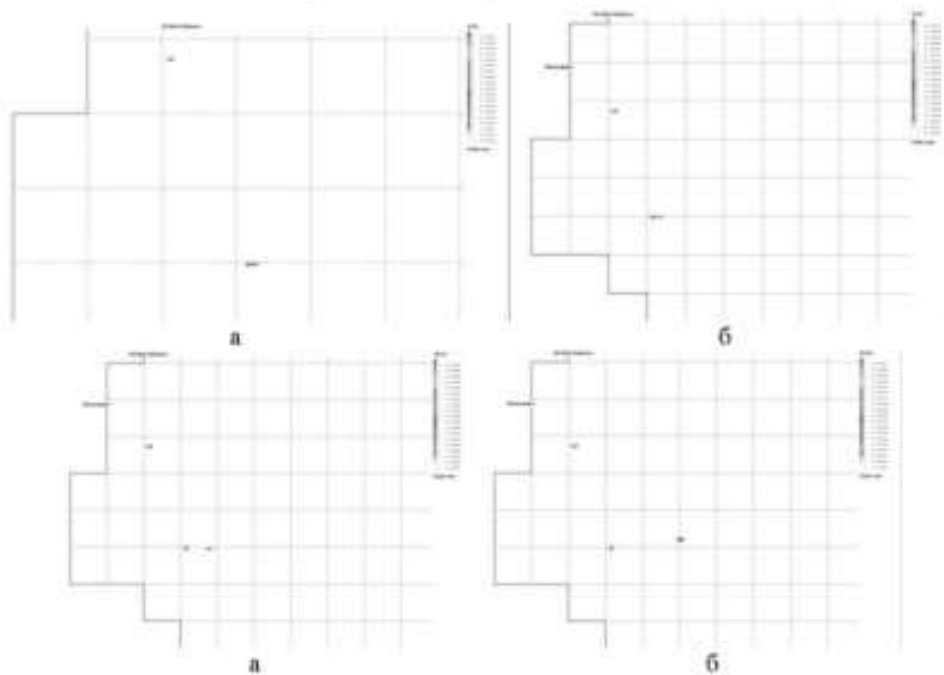
Расчетные положения пятна дизельного топлива на разные моменты времени выпущенного из точки 3 для 1-й траектории приведены на Рис.7.2.13.-7.2.15, а характеристики выветривания даны в таблицах 7.2.9.-7.2.10. Как видно из приведенных данных в рассматриваемых условиях при движении по 1-й траектории пятно движется сначала в восточном, а потом в южном направлении (Рис.7.2.13. - 7.2.15.), так, что через 830 час оно попадает на берег о-ва Кунашир. При этом около 94,3% (106,6 т) испаряется, 2,8% (3,2 т) уходит в диспергированном виде в воду, 1,7% (1,9т) переходит из пятна в воду за счет гравитационного осаждения и 1,2% (1,3т) попадает на берег. Максимальное значение площади разлива в пределах толщины 1мкм около 4,3 км². Для оценки длины загрязненной береговой линии рассмотрим Рис.7.2.15. Из него следует что ДТ попало в 1 ячейку с длиной стороны 16 км. В то же время из Таблицы 7.2.9. следует что на берег попало 1.3 т ДТ. Считаем, что при попадании 2т загрязняется береговая линия равная около 1км. Т.о. в рассматриваемом случае длина загрязненной береговой линии будет около 700м.



Оценка экологических рисков и математическое моделирование распространения разливов судового топлива в морской среде



Рис. 7.2.13. Положение пятна на разные моменты времени при движении по 1 траектории из т.3 в при сбросе 113.1т ДТ (объем 136.24м³).





Оценка экологических рисков и математическое моделирование распространения разливов судового топлива в морской среде

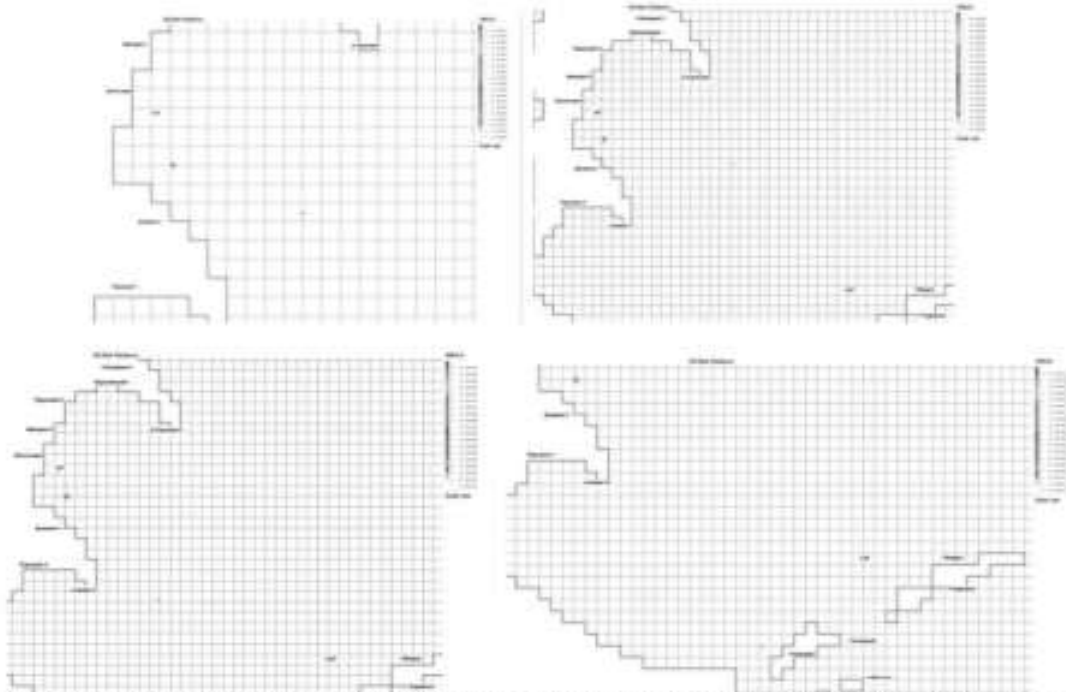


Рис. 7.2.14. Положение пятна на разные моменты времени при движении по 1 траектории из т.3 в при сбросе 113.1т ДТ (объем 136.24м³).

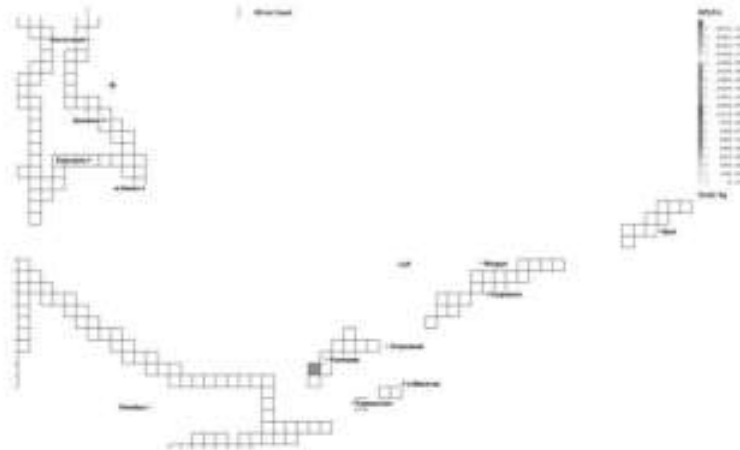


Рис. 7.2.15. Положение пятна на берегу при движении по 1 траектории из т.3 при сбросе 113.1т ДТ (объем 136.24м³).



Оценка экологических рисков и математическое моделирование распространения разливов судового топлива в морской среде

Таблица 7.2.9. Изменение основных характеристик аварийного разлива дизельного топлива при движении по 1 траектории из т.3 при сбросе 113.1т ДТ (объем 136.24м³).

Время	Площадь (>1мг/л)	Масса, поступившая из лоточника	Масса на поверхность моря	Испарившаяся масса	Масса, поступившая в воду за счет диспергирования	Масса, перешедшая из пятна в воду за счет гравитационного осаждения	Масса, попавшая в воду	Масса, осевшая на дно	Масса, попавшая на берег
час	м ²	кг	кг	кг	кг	кг	кг	кг	кг
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.1	83458.8	2260.8	2169.9	90.4	0.4	0	0.4	0	0
0.2	111278.4	4521.6	4278	242	1.6	0	1.6	0	0
0.3	111278.4	6782.4	6356.8	422.1	3.6	0	3.6	0	0
0.4	111278.4	9043.2	8438.2	598.9	6.2	0	6.2	0	0
0.5	139098	11304	10495.7	798.8	9.5	0	9.5	0	0
0.6	166917.6	13564.8	12517.3	1034	13.5	0	13.5	0	0
0.7	166917.6	15825.6	14521.4	1286.1	18.1	0	18.1	0	0
0.8	166917.6	18068.4	16521.2	1541.8	23.4	0	23.4	0	0
0.9	184737.2	20347.2	18507.8	1810.1	29.3	0	29.3	0	0
1	222556.8	22608	20456.7	2115.4	35.8	0	35.8	0	0
1.1	222556.8	24868.8	22398.7	2427.1	43	0	43	0	0
1.2	222556.8	27128.8	24332.3	2748.6	50.7	0	50.7	0	0
1.3	278198	29390.4	26252.6	3078.9	59	0	59	0	0
1.4	278198	31651.2	28119.7	3463.6	67.8	0	67.8	0	0
1.5	278198	33912	30002.3	3832.4	77.3	0	77.3	0	0
1.6	308015.7	36172.8	31882.1	4203.5	87.2	0	87.2	0	0
1.7	333835.3	38433.6	33752.5	4583.4	97.7	0	97.7	0	0
1.8	333835.3	40694.4	35572.6	5010.6	108.7	2.5	111.2	0	0
1.9	333835.3	42955.2	37403.5	5428.9	120.3	2.5	122.7	0	0
2	361654.9	45216	39215.3	5865.9	132.3	2.5	134.8	0	0
2.1	361654.9	47476.8	41027.3	6302.2	144.8	2.5	147.3	0	0
2.2	389474.5	49737.6	42821.7	6755.6	157.8	2.5	160.3	0	0
2.3	389474.5	51998.4	44589.1	7235.5	171.3	2.5	173.8	0	0
2.4	417294.1	54259.2	46359.3	7712.2	185.2	2.5	187.7	0	0
2.5	417294.1	56520	48134.9	8183	199.6	2.5	202.1	0	0
2.6	445113.7	58780.8	49891.6	8672.3	214.5	2.5	217	0	0
2.7	472933.3	61041.6	51626.8	9182.5	229.8	2.5	232.3	0	0
2.8	528572.5	63302.4	53358.3	9692.3	245.5	6.3	251.8	0	0
2.9	528572.5	65563.2	55083.9	10210.1	261.7	7.5	269.2	0	0
3	584211.7	67824	56799.1	10739.2	278.2	7.5	285.8	0	0
3.1	556392.1	70084.8	58513.7	11268.3	295.2	7.5	302.7	0	0
3.2	584211.7	72345.6	60226.9	11798.6	312.6	7.5	320.1	0	0
3.3	639850.9	74606.4	61911.3	12357.2	330.4	7.5	337.9	0	0
3.4	639850.9	76867.2	63595.3	12925.8	348.6	7.5	356.1	0	0
3.5	639850.9	79128	65242.4	13511	367.1	7.5	374.7	0	0
3.6	695490.1	81388.8	66895.4	14099.8	386	7.5	393.6	0	0
3.7	723309.7	83649.6	68527.4	14709.4	405.3	7.5	412.8	0	0
3.8	723309.7	85910.4	70175.2	15302.7	425	7.5	432.5	0	0
3.9	751129.3	88171.2	71801	15917.7	445	7.5	452.5	0	0
4	751129.3	90432	73416.8	16542.6	465.3	7.5	472.8	0	0
4.1	806768.5	92692.8	75030.9	17168.4	486	7.5	493.5	0	0
4.2	806768.5	94953.6	76643.4	17795.7	507	7.5	514.5	0	0
4.3	834588.1	97214.4	78248.3	18430.3	528.4	7.5	535.9	0	0
4.4	834588.1	99475.2	79843.5	19074.2	550	7.5	557.8	0	0



Программа работ «Создание региональной сети опорных геолого-геофизических профилей с целью изучения геологического строения, структуры и оценки перспектив нефтегазоносности осадочных бассейнов Охотского моря»

Оценка экологических рисков и математическое моделирование распространения разливов судового топлива в морской среде

4.5	860227.3	101736	81418.8	19737.6	572	7.5	579.6	0	0
4.6	918047	103996.8	82988.8	20405.3	594.3	7.5	601.8	0	0
4.7	918047	106257.6	84541.9	21091.3	616.9	7.5	624.4	0	0
4.8	918047	108518.4	86088.8	21782.3	639.8	7.5	647.3	0	0
4.9	945868.6	110779.2	87640	22468.7	663	7.5	670.5	0	0
5	973688.2	113040	89178	23168.1	686.4	7.5	693.9	0	0
5.1	1001505.8	113079.2	88513.6	23848.3	709.8	7.5	717.3	0	0
5.2	945868.6	113079.2	87844.8	24491.7	732.7	10	742.7	0	0
5.3	973688.2	113079.2	87213.5	25100.4	755.4	10	765.4	0	0
5.4	973688.2	113079.2	86585.9	25705.7	777.7	10	787.7	0	0
5.5	1029325.4	113079.2	85961	26308.6	799.7	10	809.7	0	0
5.6	1001505.8	113079.2	85344.2	26903.6	821.3	10	831.3	0	0
5.7	1001505.8	113079.2	84776.9	27448.7	842.6	10	852.6	0	0
5.8	1029325.4	113079.2	84213.4	27992.2	863.7	10	873.6	0	0
5.9	1029325.4	113079.2	83652	28529.6	884.4	10	894.3	0	0
6	1001505.8	113079.2	83113	29051.4	904.8	10	914.8	0	0
6.1	1001505.8	113079.2	82589.6	29544.7	924.9	10	934.9	0	0
6.2	1029325.4	113079.2	82093.6	30030.9	944.7	10	954.7	0	0
6.3	1057145	113079.2	81603.3	30501.7	964.2	10	974.2	0	0
6.4	1057145	113079.2	81127.2	30958.5	983.5	10	993.5	0	0
6.5	1057145	113079.2	80674.1	31388.9	1002.5	13.7	1016.3	0	0
6.6	1057145	113079.2	80220.7	31821	1021.3	16.2	1037.5	0	0
6.7	1029325.4	113079.2	79763.9	32256.8	1039.8	18.7	1058.5	0	0
6.8	1057145	113079.2	79337.7	32684.7	1058.1	18.7	1078.8	0	0
6.9	1084964.6	113079.2	78903.1	33081.4	1076.1	18.7	1094.8	0	0
7	1084964.6	113079.2	78485.5	33481.1	1093.9	18.7	1112.6	0	0
7.1	1057145	113079.2	78067.4	33861.7	1111.4	18.7	1130.1	0	0
7.2	1112784.2	113079.2	77705.7	34224.8	1128.7	19.9	1148.6	0	0
7.3	1084964.6	113079.2	77326	34585.5	1145.8	19.9	1165.7	0	0
7.4	1112784.2	113079.2	76945.6	34951	1162.7	19.9	1182.6	0	0
7.5	1112784.2	113079.2	76585.1	35294.8	1179.3	19.9	1199.3	0	0
7.6	1140603.8	113079.2	76234.9	35628.6	1195.8	19.9	1215.7	0	0
7.7	1140603.8	113079.2	75872.2	35975.1	1212	19.9	1231.9	0	0
7.8	1112784.2	113079.2	75522.7	36308.6	1228	19.9	1248	0	0
7.9	1112784.2	113079.2	75168.8	36626.6	1243.9	19.9	1263.8	0	0
8	1140603.8	113079.2	74858.9	36940.8	1259.5	19.9	1279.5	0	0
8.1	1168423.4	113079.2	74539.6	37244.6	1275	19.9	1294.9	0	0
8.2	1140603.8	113079.2	74221.2	37545.3	1290.3	22.4	1312.7	0	0
8.3	1112784.2	113079.2	73902.3	37849.1	1305.4	22.4	1327.8	0	0
8.4	1140603.8	113079.2	73599	38137.5	1320.4	22.4	1342.7	0	0
8.5	1196243	113079.2	73292.8	38427	1335.1	24.3	1359.4	0	0
8.6	1196243	113079.2	72999.9	38705.3	1349.7	24.3	1374	0	0
8.7	1168423.4	113079.2	72707.1	38981.2	1364.1	26.7	1390.9	0	0
8.8	1168423.4	113079.2	72423.3	39250.7	1378.4	26.7	1405.1	0	0
8.9	1196243	113079.2	72152.3	39507.7	1392.5	26.7	1419.3	0	0
9	1168423.4	113079.2	71862.5	39763.5	1406.5	26.7	1433.2	0	0
9.1	1140603.8	113079.2	71608.4	40025.8	1420.3	26.7	1447	0	0
9.2	1168423.4	113079.2	71334.1	40284.4	1434	26.7	1460.7	0	0
9.3	1168423.4	113079.2	71069.2	40535.8	1447.5	26.7	1474.2	0	0
9.4	1196243	113079.2	70811.1	40778.1	1460.9	29.1	1490	0	0
9.5	1196243	113079.2	70551.8	41024.2	1474.1	29.1	1503.2	0	0
9.6	1196243	113079.2	70298.2	41264.7	1487.2	29.1	1516.3	0	0
9.7	1168423.4	113079.2	70049.9	41500	1500.2	29.1	1529.3	0	0
9.8	1196243	113079.2	69811.5	41725.6	1513	29.1	1542.1	0	0



Программа работ «Создание региональной сети опорных геолого-геофизических профилей с целью изучения геологического строения, структуры и оценки перспектив нефтегазоносности осадочных бассейнов Охотского моря»

Оценка экологических рисков и математическое моделирование распространения разливов судового топлива в морской среде

9.9	1198243	113079.2	89573.8	41950.8	1525.7	29.1	1554.8	0	0
10	1168423.4	113079.2	89329.7	42182.1	1536.3	29.1	1567.4	0	0
50	2197748.8	113079.2	23130.1	86738.2	2927.3	283.5	3210.8	0	0
100	2921058.5	113079.2	13097.5	96493.7	3038.7	449.3	3488	0	0
300	2893238.9	113079.2	8521.1	102337.9	3192	1028.2	4220.2	0	0
400	2030831.1	113079.2	4994.7	103520.2	3192.4	1372	4564.3	0	0
450	1557897.9	113079.2	4252.7	104159.4	3192.4	1474.8	4687.1	0	0
500	1057145	113079.2	3471.3	104830.2	3192.4	1585.3	4777.7	0	0
550	556392.1	113079.2	2872.3	105315.8	3192.4	1698.7	4891.1	0	0
560	417294.1	113079.2	2786.8	105392.7	3192.4	1707.3	4899.7	0	0
570	417294.1	113079.2	2707.3	105460	3192.4	1719.5	4911.9	0	0
580	306015.7	113079.2	2633.1	105520.8	3192.4	1732.8	4925.3	0	0
590	222558.8	113079.2	2541.5	105575.8	3192.4	1769.5	4961.9	0	0
600	168917.6	113079.2	2467.2	105628.6	3192.4	1791	4983.5	0	0
610	168917.6	113079.2	2383.4	105690.2	3192.4	1823.1	5015.5	0	0
700	0	113079.2	1907.3	106086.6	3192.4	1892.9	5085.3	0	0
820	0	113079.2	1352.7	106636.4	3192.4	1897.7	5090.1	0	0
821.6	0	113079.2	1337.7	106643.3	3192.4	1897.7	5090.1	0	8
825	0	113079.2	569.5	106654.6	3192.4	1897.7	5090.1	0	765
826	0	113079.2	222.5	106658.1	3192.4	1897.7	5090.1	0	1110.5
827	0	113079.2	38.4	106656.8	3192.4	1897.7	5090.1	0	1293.9
827.1	0	113079.2	32	106656.8	3192.4	1897.7	5090.1	0	1300.2
827.2	0	113079.2	26.2	106656.9	3192.4	1897.7	5090.1	0	1306
827.3	0	113079.2	19.7	106656.9	3192.4	1897.7	5090.1	0	1312.5
827.4	0	113079.2	13.3	106656.9	3192.4	1897.7	5090.1	0	1318.9
827.5	0	113079.2	9.1	106656.9	3192.4	1897.7	5090.1	0	1323
827.6	0	113079.2	8.4	106657	3192.4	1897.7	5090.1	0	1323.7
827.7	0	113079.2	3.6	106657	3192.4	1897.7	5090.1	0	1328.5
827.8	0	113079.2	1.8	106657	3192.4	1897.7	5090.1	0	1330.3
827.9	0	113079.2	1.6	106657	3192.4	1897.7	5090.1	0	1330.5
828	0	113079.2	1	106657	3192.4	1897.7	5090.1	0	1331.1
828.1	0	113079.2	0.7	106657	3192.4	1897.7	5090.1	0	1331.4
828.2	0	113079.2	0.1	106657	3192.4	1897.7	5090.1	0	1332
828.3	0	113079.2	0.1	106657	3192.4	1897.7	5090.1	0	1332
828.4	0	113079.2	0.1	106657	3192.4	1897.7	5090.1	0	1332
828.5	0	113079.2	0	106657	3192.4	1897.7	5090.1	0	1332.1
828.6	0	113079.2	0	106657	3192.4	1897.7	5090.1	0	1332.1



Оценка экологических рисков и математическое моделирование распространения разливов судового топлива в морской среде

Таблица 7.2.10. Процентное изменение основных характеристик аварийного разлива дизельного топлива при движении по 1 траектории из т.3 при сбросе 113.1т ДТ (объем 136.24м³).

Время	Масса на поверхности моря	Испарившаяся масса	Масса, поступившая в воду за счет диспергирования	Масса, перешедшая из пены в воду за счет гравитационного осаждения	Масса, взвешенная в воде	Масса, осевшая на дно	Масса, появившаяся на берег
час	%	%	%	%	%	%	%
0	0	0	0	0	0	0	0
0.1	95.981	3.999	0.02	0	0.02	0	0
0.2	94.612	5.352	0.036	0	0.036	0	0
0.3	93.724	6.223	0.052	0	0.052	0	0
0.4	93.31	6.622	0.068	0	0.068	0	0
0.5	92.85	7.066	0.084	0	0.084	0	0
0.6	92.278	7.623	0.099	0	0.099	0	0
0.7	91.759	8.127	0.114	0	0.114	0	0
0.8	91.346	8.525	0.129	0	0.129	0	0
0.9	90.96	8.896	0.144	0	0.144	0	0
1	90.485	9.357	0.158	0	0.158	0	0
1.1	90.068	9.76	0.173	0	0.173	0	0
1.2	89.689	10.124	0.187	0	0.187	0	0
1.3	89.324	10.476	0.201	0	0.201	0	0
1.4	88.842	10.943	0.214	0	0.214	0	0
1.5	88.471	11.301	0.228	0	0.228	0	0
1.6	88.138	11.62	0.241	0	0.241	0	0
1.7	87.82	11.926	0.254	0	0.254	0	0
1.8	87.414	12.313	0.267	0.006	0.273	0	0
1.9	87.076	12.639	0.28	0.006	0.286	0	0
2	86.729	12.973	0.293	0.006	0.298	0	0
2.1	86.416	13.274	0.305	0.005	0.31	0	0
2.2	86.095	13.583	0.317	0.005	0.322	0	0
2.3	85.751	13.915	0.329	0.005	0.334	0	0
2.4	85.44	14.214	0.341	0.005	0.346	0	0
2.5	85.164	14.478	0.353	0.004	0.358	0	0
2.6	84.877	14.754	0.365	0.004	0.369	0	0
2.7	84.576	15.043	0.376	0.004	0.381	0	0
2.8	84.291	15.311	0.388	0.01	0.398	0	0
2.9	84.017	15.573	0.399	0.011	0.411	0	0
3	83.745	15.834	0.41	0.011	0.421	0	0
3.1	83.49	16.078	0.421	0.011	0.432	0	0
3.2	83.249	16.309	0.432	0.01	0.442	0	0
3.3	82.984	16.563	0.443	0.01	0.453	0	0
3.4	82.721	16.816	0.453	0.01	0.463	0	0
3.5	82.452	17.075	0.464	0.009	0.473	0	0
3.6	82.192	17.324	0.474	0.009	0.484	0	0
3.7	81.922	17.584	0.485	0.009	0.494	0	0
3.8	81.684	17.812	0.495	0.009	0.503	0	0
3.9	81.434	18.053	0.505	0.009	0.513	0	0
4	81.184	18.293	0.515	0.008	0.523	0	0
4.1	80.946	18.522	0.524	0.008	0.532	0	0
4.2	80.717	18.741	0.534	0.008	0.542	0	0
4.3	80.49	18.958	0.544	0.008	0.551	0	0
4.4	80.265	19.175	0.553	0.008	0.561	0	0



Программа работ «Создание региональной сети опорных геолого-геофизических профилей с целью изучения геологического строения, структуры и оценки перспектив нефтегазоносности осадочных бассейнов Охотского моря»

Оценка экологических рисков и математическое моделирование распространения разливов судового топлива в морской среде

4.5	80.03	19.401	0.562	0.007	0.57	0	0
4.6	79.8	19.621	0.571	0.007	0.579	0	0
4.7	79.563	19.849	0.581	0.007	0.588	0	0
4.8	79.331	20.072	0.59	0.007	0.597	0	0
4.9	79.112	20.282	0.598	0.007	0.605	0	0
5	78.891	20.495	0.607	0.007	0.614	0	0
5.1	78.276	21.09	0.628	0.007	0.634	0	0
5.2	77.684	21.659	0.648	0.009	0.657	0	0
5.3	77.126	22.197	0.668	0.009	0.677	0	0
5.4	76.571	22.732	0.686	0.009	0.697	0	0
5.5	76.018	23.266	0.707	0.009	0.716	0	0
5.6	75.473	23.792	0.726	0.009	0.735	0	0
5.7	74.971	24.275	0.745	0.009	0.754	0	0
5.8	74.473	24.755	0.764	0.009	0.773	0	0
5.9	73.979	25.23	0.782	0.009	0.791	0	0
6	73.5	25.691	0.8	0.009	0.809	0	0
6.1	73.046	26.127	0.818	0.009	0.827	0	0
6.2	72.598	26.557	0.835	0.009	0.844	0	0
6.3	72.165	26.974	0.853	0.009	0.862	0	0
6.4	71.744	27.378	0.87	0.009	0.879	0	0
6.5	71.343	27.758	0.887	0.012	0.899	0	0
6.6	70.942	28.14	0.903	0.014	0.918	0	0
6.7	70.538	28.526	0.92	0.017	0.936	0	0
6.8	70.161	28.887	0.936	0.017	0.952	0	0
6.9	69.777	29.255	0.952	0.017	0.968	0	0
7	69.408	29.609	0.967	0.017	0.984	0	0
7.1	69.056	29.945	0.983	0.017	0.999	0	0
7.2	68.718	30.266	0.998	0.018	1.016	0	0
7.3	68.384	30.585	1.013	0.018	1.031	0	0
7.4	68.046	30.908	1.028	0.018	1.046	0	0
7.5	67.727	31.212	1.043	0.018	1.061	0	0
7.6	67.417	31.508	1.057	0.018	1.075	0	0
7.7	67.097	31.814	1.072	0.018	1.089	0	0
7.8	66.787	32.109	1.086	0.018	1.104	0	0
7.9	66.492	32.39	1.1	0.018	1.118	0	0
8	66.2	32.668	1.114	0.018	1.131	0	0
8.1	65.918	32.937	1.128	0.018	1.145	0	0
8.2	65.637	33.203	1.141	0.02	1.161	0	0
8.3	65.354	33.471	1.154	0.02	1.174	0	0
8.4	65.086	33.726	1.168	0.02	1.187	0	0
8.5	64.815	33.982	1.181	0.021	1.202	0	0
8.6	64.556	34.228	1.194	0.021	1.215	0	0
8.7	64.298	34.472	1.206	0.024	1.23	0	0
8.8	64.047	34.711	1.219	0.024	1.243	0	0
8.9	63.807	34.938	1.231	0.024	1.255	0	0
9	63.568	35.164	1.244	0.024	1.267	0	0
9.1	63.324	35.396	1.256	0.024	1.28	0	0
9.2	63.083	35.625	1.268	0.024	1.292	0	0
9.3	62.849	35.847	1.28	0.024	1.304	0	0
9.4	62.621	36.062	1.292	0.026	1.318	0	0
9.5	62.391	36.279	1.304	0.026	1.329	0	0
9.6	62.167	36.492	1.315	0.026	1.341	0	0
9.7	61.948	36.7	1.327	0.026	1.352	0	0
9.8	61.737	36.899	1.338	0.026	1.364	0	0



Программа работ «Создание региональной сети опорных геолого-геофизических профилей с целью изучения геологического строения, структуры и оценки перспектив нефтегазоносности осадочных бассейнов Охотского моря»

Оценка экологических рисков и математическое моделирование распространения разливов судового топлива в морской среде

9.9	61.527	37.098	1.349	0.026	1.375	0	0
10	61.311	37.303	1.36	0.026	1.386	0	0
50	20.455	76.706	2.589	0.251	2.839	0	0
100	11.583	85.333	2.687	0.397	3.085	0	0
110	11.298	85.589	2.69	0.422	3.113	0	0
120	11.077	85.799	2.691	0.433	3.124	0	0
130	10.871	85.998	2.693	0.438	3.131	0	0
140	10.49	86.343	2.71	0.457	3.167	0	0
150	10	86.782	2.741	0.478	3.218	0	0
157	9.65	87.096	2.759	0.495	3.253	0	0
300	5.767	90.501	2.823	0.909	3.732	0	0
400	4.417	91.547	2.823	1.213	4.036	0	0
500	3.07	92.705	2.823	1.402	4.225	0	0
550	2.54	93.135	2.823	1.502	4.325	0	0
560	2.464	93.203	2.823	1.51	4.333	0	0
570	2.394	93.262	2.823	1.521	4.344	0	0
580	2.329	93.316	2.823	1.532	4.356	0	0
590	2.248	93.364	2.823	1.565	4.388	0	0
600	2.182	93.411	2.823	1.584	4.407	0	0
610	2.108	93.457	2.823	1.612	4.435	0	0
821	1.19	94.306	2.823	1.678	4.501	0	0.003
821.1	1.189	94.307	2.823	1.678	4.501	0	0.003
821.2	1.189	94.307	2.823	1.678	4.501	0	0.003
821.3	1.187	94.307	2.823	1.678	4.501	0	0.004
821.4	1.186	94.308	2.823	1.678	4.501	0	0.005
821.5	1.185	94.308	2.823	1.678	4.501	0	0.006
821.6	1.183	94.309	2.823	1.678	4.501	0	0.007
821.7	1.18	94.309	2.823	1.678	4.501	0	0.01
821.8	1.175	94.309	2.823	1.678	4.501	0	0.015
821.9	1.171	94.31	2.823	1.678	4.501	0	0.018
825	0.504	94.319	2.823	1.678	4.501	0	0.676
825.1	0.473	94.319	2.823	1.678	4.501	0	0.707
825.2	0.444	94.319	2.823	1.678	4.501	0	0.735
825.3	0.404	94.319	2.823	1.678	4.501	0	0.776
825.4	0.375	94.319	2.823	1.678	4.501	0	0.804
825.5	0.344	94.319	2.823	1.678	4.501	0	0.835
825.6	0.309	94.319	2.823	1.678	4.501	0	0.871
825.7	0.288	94.32	2.823	1.678	4.501	0	0.891
825.8	0.254	94.32	2.823	1.678	4.501	0	0.925
825.9	0.232	94.32	2.823	1.678	4.501	0	0.946
826	0.197	94.32	2.823	1.678	4.501	0	0.982
826.1	0.173	94.32	2.823	1.678	4.501	0	1.005
826.2	0.143	94.32	2.823	1.678	4.501	0	1.035
826.3	0.122	94.32	2.823	1.678	4.501	0	1.057
826.4	0.107	94.32	2.823	1.678	4.501	0	1.072
826.5	0.085	94.32	2.823	1.678	4.501	0	1.094
826.6	0.077	94.32	2.823	1.678	4.501	0	1.101
826.7	0.061	94.32	2.823	1.678	4.501	0	1.117
826.8	0.049	94.32	2.823	1.678	4.501	0	1.129
826.9	0.044	94.32	2.823	1.678	4.501	0	1.134
827	0.034	94.32	2.823	1.678	4.501	0	1.144
827.1	0.028	94.32	2.823	1.678	4.501	0	1.15
827.2	0.023	94.321	2.823	1.678	4.501	0	1.155
827.3	0.017	94.321	2.823	1.678	4.501	0	1.161



Оценка экологических рисков и математическое моделирование распространения разливов судового топлива в морской среде

827.4	0.012	94.321	2.823	1.678	4.501	0	1.166
827.5	0.008	94.321	2.823	1.678	4.501	0	1.17
827.6	0.007	94.321	2.823	1.678	4.501	0	1.171
827.7	0.003	94.321	2.823	1.678	4.501	0	1.175
827.8	0.002	94.321	2.823	1.678	4.501	0	1.176
827.9	0.001	94.321	2.823	1.678	4.501	0	1.177
828	0.001	94.321	2.823	1.678	4.501	0	1.177
828.1	0.001	94.321	2.823	1.678	4.501	0	1.177
828.2	0	94.321	2.823	1.678	4.501	0	1.178
828.3	0	94.321	2.823	1.678	4.501	0	1.178
828.4	0	94.321	2.823	1.678	4.501	0	1.178
828.5	0	94.321	2.823	1.678	4.501	0	1.178
828.6	0	94.321	2.823	1.678	4.501	0	1.178
828.7	0	94.321	2.823	1.678	4.501	0	1.178
828.8	0	94.321	2.823	1.678	4.501	0	1.178
828.9	0	94.321	2.823	1.678	4.501	0	1.178
829	0	94.321	2.823	1.678	4.501	0	1.178
829.1	0	94.321	2.823	1.678	4.501	0	1.178
829.2	0	94.321	2.823	1.678	4.501	0	1.178
829.3	0	94.321	2.823	1.678	4.501	0	1.178
829.4	0	94.321	2.823	1.678	4.501	0	1.178
829.5	0	94.321	2.823	1.678	4.501	0	1.178

Расчетные положения пятна дизельного топлива на разные моменты времени выпущенного из точки 3 для 2-й траектории приведены на Рис.7.2.16.-7.2.18., а характеристики выветривания даны в таблицах 7.2.11.-7.2.12. Как видно из приведенных данных в рассматриваемых условиях при движении по 2-й траектории пятно движется в северо-восточном направлении (Рис.7.2.16.-7.2.18.), так, что через 155 час оно попадает на берег. При этом около 84,0% (95,0т) испаряется, 13,1%(14,8т) уходит в диспергированном виде в воду, 1,3% (1,5т) переходит из пятна в воду за счет гравитационного осаждения и 1,5% (1,7т) попадает на берег. Максимальное значение площади разлива в пределах толщины 1мм около 3,8км². Для оценки протяженности загрязненной береговой линии рассмотрим Рис.7.2.15. Из него следует что ДТ попало в 2 ячейки с длиной стороны 16 км. В то же время из Таблицы 7.2.9. следует что на берег попало 1.7 т ДТ. Считаем, что при попадании 2 т загрязняется береговая линия равная около 1 км. Т.е. в рассматриваемом случае длина пораженной береговой линии будет около 850 м.

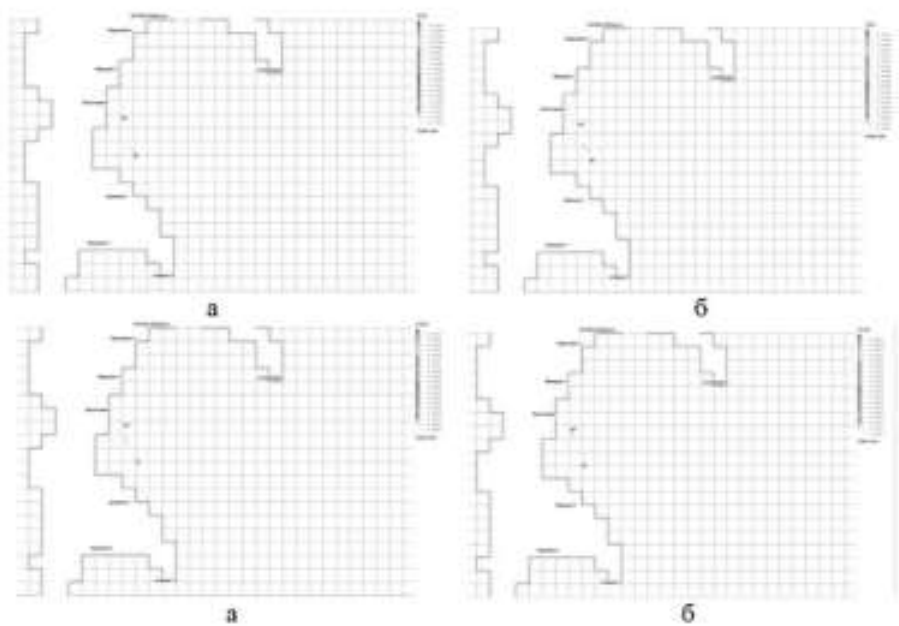
Как было сказано при проведении траекторного анализа (с нейтральными маркерами) при разливе из точки 3 наиболее вероятно под воздействием оказываются ООПТ «Поронайский», «Долнинский» и «Островной» (Рис.7.1.33.). Времена достижения ООПТ «Поронайский» около 570 час, ООПТ «Долнинский» около 15час, ООПТ «Островной» и о-ва Хоккайдо порядка 700 час (Рис.7.1.36-7.1.37.). Остальные ООПТ в этом случае не затрагиваются. Поскольку время достижения ООПТ «Поронайский» около 570час, то в соответствии с таблицами выветривания 7.2.9.-7.2.10. туда может попасть не больше 3т дизельного топлива. Поскольку время достижения ООПТ «Долнинский» около 15час, то в соответствии с таблицами выветривания 7.2.9.-7.2.10. туда может попасть не больше 50т дизельного топлива. . Поскольку время достижения ООПТ «Островной» больше 700час, то в соответствии с таблицами выветривания 7.2.9.-7.2.10. туда может попасть не больше 2т.



Оценка экологических рисков и математическое моделирование распространения разливов судового топлива в морской среде

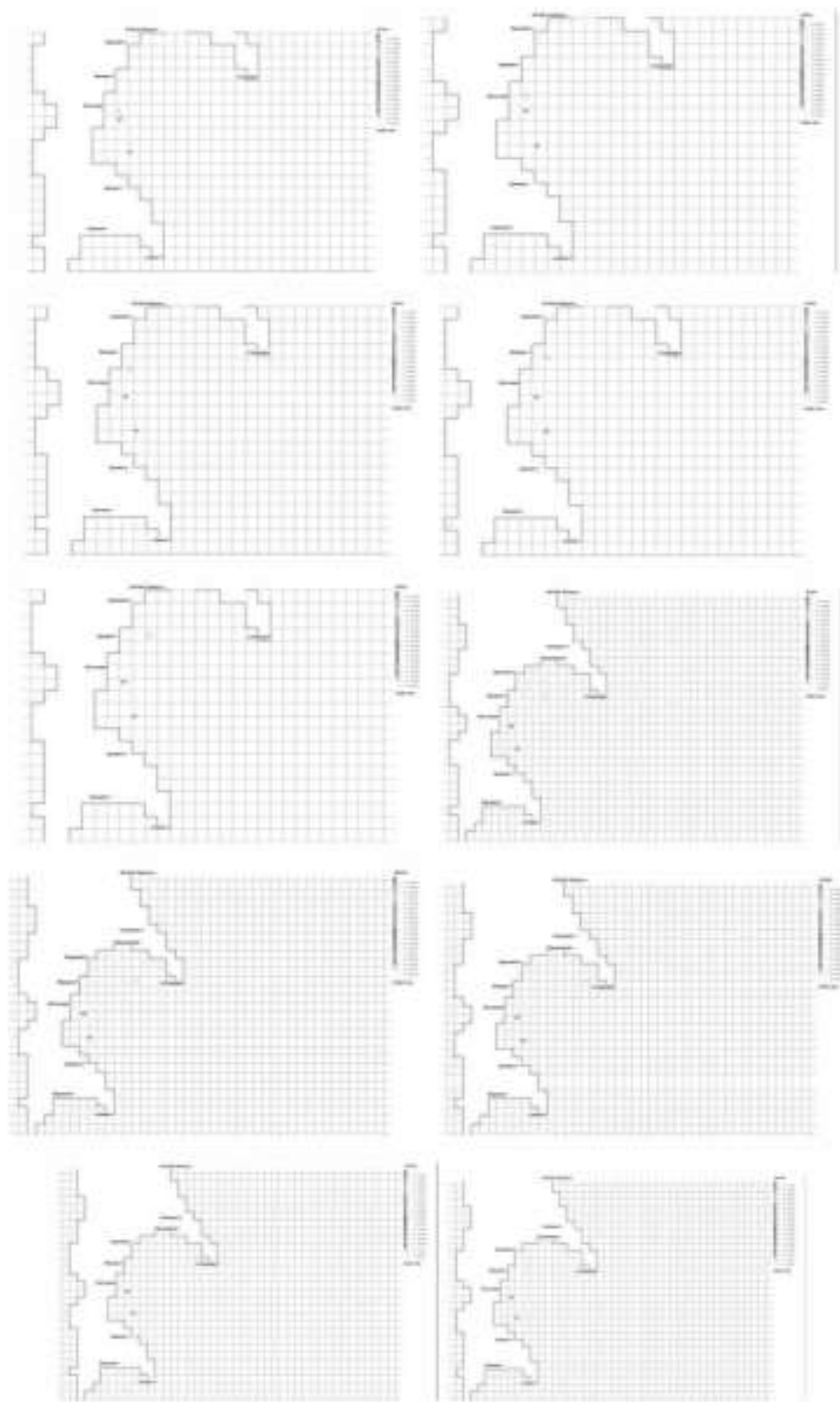


Рис. 7.2.16. Положение пятна на разные моменты времени при движении по 2 траектории из т.3 при сбросе 113.1т ДТ (объем 136.24м³).





Оценка экологических рисков и математическое моделирование распространения разливов судового топлива в морской среде





Оценка экологических рисков и математическое моделирование распространения разливов судового топлива в морской среде

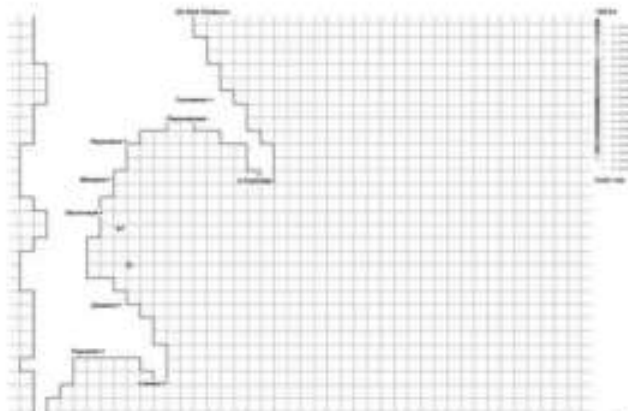


Рис. 7.2.17. Положение пятна на разные моменты времени при движении по 2 траектории из т.3 в при сбросе 113.1т ДТ (объем 136.24м³).

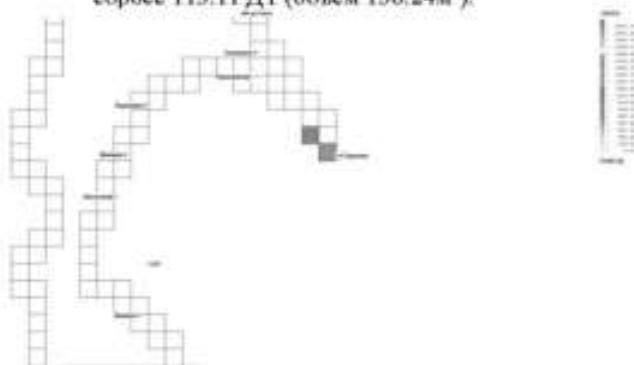


Рис. 7.2.18. Положение пятна на берегу при движении по 2 траектории из т.3 при сбросе 113.1т ДТ (объем 136.24м³).



Оценка экологических рисков и математическое моделирование распространения разливов судового топлива в морской среде

Таблица 7.2.11. Изменение основных характеристик аварийного разлива дизельного топлива при движении по 2 траектории из т.3 при сбросе 113.1т ДТ (объем 136.24м³).

Время	Площадь (>1мм)	Масса, поступившая из источника	Масса на поверхности моря	Испарившаяся масса	Масса, поступившая в воду за счет диспергирования	Масса, перешедшая из воды в воду за счет гравитационного осаждения	Масса, взвешенная в воде	Масса, осевшая на дно	Масса, попавшая на берег
час	м ²	кг	кг	кг	кг	кг	кг	кг	кг
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.1	111278.4	2260.8	1858.8	388.1	13.8	0	13.8	0	0
0.2	166917.6	4521.6	3482.6	992.8	48.2	0	48.2	0	0
0.3	222556.8	6782.4	5009.1	1878.6	94.6	0	94.6	0	0
0.4	333835.3	9043.2	6460.5	2422.2	158	2.4	160.5	0	0
0.5	389474.5	11304	7852.9	3213.7	235	2.4	237.4	0	0
0.6	445113.7	13564.8	9189.3	4048.4	324.7	2.4	327.1	0	0
0.7	500752.9	15825.6	10476.7	4921	425.5	2.4	427.9	0	0
0.8	612031.3	18086.4	11720.2	5828.4	537.4	2.4	539.8	0	0
0.9	695490.1	20347.2	12919.5	6762	660.1	5.5	665.7	0	0
1	695490.1	22808	14067	7743.2	792.3	5.5	797.9	0	0
3	2189929.2	67824	30325.5	32778.7	4680.4	59.4	4719.8	0	0
4	2609780.1	90432	35080.1	48274.2	6954.4	143.2	7097.6	0	0
5	3644368.2	113040	38978.9	64679	9153.9	231.1	9385.1	0	0
10	3694744.6	113079.2	12423.9	87447.3	12594.7	613.3	13208	0	0
15	4081682.3	113079.2	8748.2	89279.3	13271.3	782.4	14053.7	0	0
20	4228579.9	113079.2	8634.6	89900.5	13682.7	681.4	14544.1	0	0
30	4008023.1	113079.2	7106.5	90826.3	14152.5	593.9	15146.4	0	0
40	3199254.5	113079.2	5975.6	91591.9	14429.2	1082.5	15511.7	0	0
50	2559403.6	113079.2	5071.3	92257.4	14593.6	1156.9	15750.5	0	0
60	1891733.1	113079.2	4419.5	92761.9	14668.5	1229.3	15897.8	0	0
70	1112784.2	113079.2	3901.4	93203.4	14713.9	1280.4	15974.3	0	0
80	500752.9	113079.2	3388.6	93632.4	14752.3	1307.9	16060.2	0	0
90	111278.4	113079.2	2978.5	93990.7	14776.8	1333.3	16110	0	0
95	111278.4	113079.2	2783.3	94143.7	14785.4	1366.8	16152.2	0	0
96	111278.4	113079.2	2749.2	94172.3	14786.8	1370.6	16157.7	0	0
99.8	194737.2	113079.2	2831.9	94268.9	14791.5	1386.9	16178.4	0	0
100.1	111278.4	113079.2	2618.9	94281.3	14792.1	1386.9	16179	0	0
150	0	113079.2	1215.2	94999.7	14816.2	1506.2	16322.4	0	541.9
157	0	113079.2	0	95017.1	14816.4	1509.3	16325.6	0	1736.5

Таблица 7.2.12. Процентное изменение основных характеристик аварийного разлива дизельного топлива при движении по 2 траектории из т.3 при сбросе 113.1т ДТ (объем 136.24м³).

Время	Масса на поверхности моря	Испарившаяся масса	Масса, поступившая в воду за счет диспергирования	Масса, перешедшая из воды в воду за счет гравитационного осаждения	Масса, взвешенная в воде	Масса, осевшая на дно	Масса, попавшая на берег
час	%	%	%	%	%	%	%
0	0	0	0	0	0	0	0
0.1	82.22	17.168	0.612	0	0.612	0	0



Оценка экологических рисков и математическое моделирование распространения разливов судового топлива в морской среде

0.2	77.02	21.957	1.022	0	1.022	0	0
0.3	73.855	24.75	1.395	0	1.395	0	0
0.4	71.441	26.785	1.748	0.027	1.775	0	0
0.5	69.47	28.43	2.079	0.021	2.1	0	0
0.6	67.743	29.845	2.394	0.018	2.411	0	0
0.7	66.201	31.095	2.689	0.015	2.704	0	0
0.8	64.801	32.214	2.971	0.013	2.985	0	0
0.9	63.496	33.233	3.244	0.027	3.272	0	0
1	62.221	34.25	3.505	0.024	3.529	0	0
3	44.712	48.329	6.871	0.088	6.959	0	0
4	38.77	53.382	7.69	0.158	7.849	0	0
5	34.482	57.215	8.098	0.204	8.302	0	0
10	10.987	77.333	11.138	0.542	11.68	0	0
15	8.619	78.953	11.736	0.692	12.428	0	0
20	7.638	79.502	12.082	0.779	12.862	0	0
30	6.285	80.321	12.516	0.879	13.395	0	0
40	5.284	80.998	12.76	0.957	13.718	0	0
50	4.485	81.587	12.906	1.023	13.929	0	0
60	3.908	82.033	12.972	1.067	14.059	0	0
70	3.45	82.423	13.012	1.115	14.127	0	0
80	2.995	82.803	13.046	1.157	14.203	0	0
90	2.634	83.119	13.068	1.179	14.247	0	0
95	2.461	83.255	13.075	1.209	14.284	0	0
96	2.431	83.28	13.077	1.212	14.289	0	0
99.6	2.327	83.365	13.081	1.226	14.307	0	0
150	1.075	84.012	13.103	1.332	14.434	0	0.479
153.4	0.211	84.027	13.103	1.335	14.437	0	1.325
153.5	0.177	84.027	13.103	1.335	14.437	0	1.359
153.6	0.152	84.027	13.103	1.335	14.437	0	1.384
153.7	0.118	84.027	13.103	1.335	14.437	0	1.42
153.8	0.08	84.027	13.103	1.335	14.437	0	1.456
153.9	0.063	84.027	13.103	1.335	14.437	0	1.473
154	0.048	84.027	13.103	1.335	14.437	0	1.49
154.1	0.028	84.027	13.103	1.335	14.437	0	1.51
154.2	0.018	84.027	13.103	1.335	14.437	0	1.518
154.3	0.012	84.027	13.103	1.335	14.437	0	1.524
154.4	0.005	84.027	13.103	1.335	14.437	0	1.53
154.5	0.002	84.027	13.103	1.335	14.437	0	1.534
154.6	0.001	84.027	13.103	1.335	14.437	0	1.535
154.7	0.001	84.027	13.103	1.335	14.437	0	1.535
154.8	0	84.027	13.103	1.335	14.437	0	1.538
154.9	0	84.027	13.103	1.335	14.437	0	1.538

Расчетные положения пятна дизельного топлива на разные моменты времени выпущенного из точки 4 для 1-й траектории приведены на Рис.7.2.19.-7.2.21, а характеристики выветривания даны в таблицах 7.2.11. - 7.2.12. Как видно из приведенных данных в рассматриваемых условиях при движении по 1-й траектории пятно движется в северном и восточном направлениях (Рис.7.2.19. - 7.2.21.), так, что через 770 час оно попадает на берег о.Уруп. При этом около 86,9% (98,3 т) испаряется, 11,3% (12,8 т) уходит в диспергированном виде в воду, 1,4% (1,5 т) переходит в воду за счет гравитационного осаждения и 0,4% (0,4 т) попадает на берег. Максимальное значение площади разлива в пределах толщины 1мкм около 4,2 км². Для оценки длины загрязненной береговой линии



Оценка экологических рисков и математическое моделирование распространения разливов судового топлива в морской среде

рассмотрим Рис.7.2.21. Из него следует что ДТ попало в 1 ячейку с длиной стороны 16 км. В то же время из Таблицы 7.2.9. следует что на берег попало 0.5 т ДТ. Считаем, что при попадании 2 т загрязняется берег протяженностью около 1 км. Т.о. в рассматриваемом случае длина загрязненной береговой линии будет около 250 м.

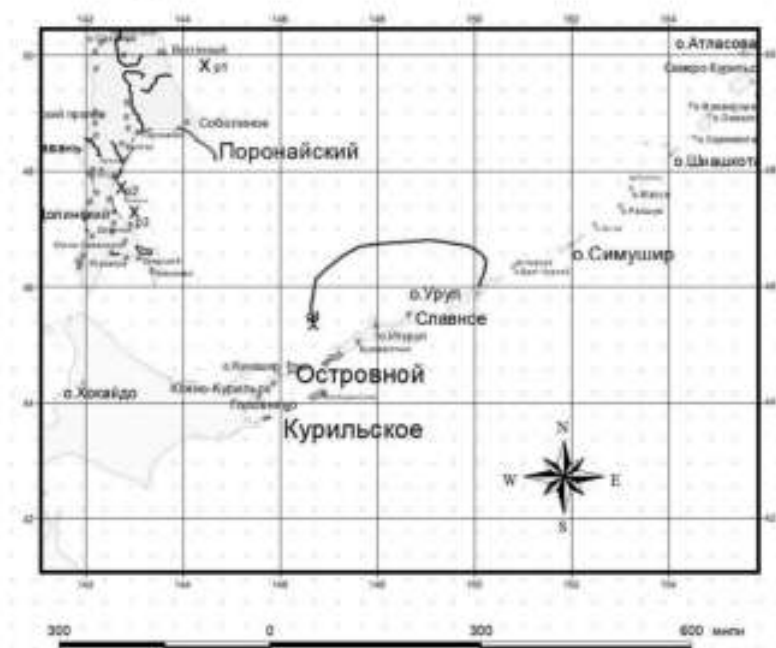
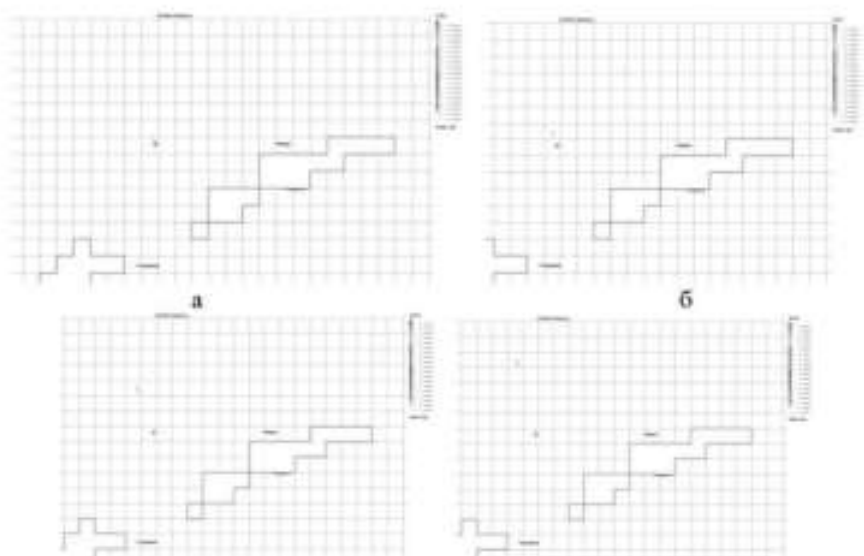
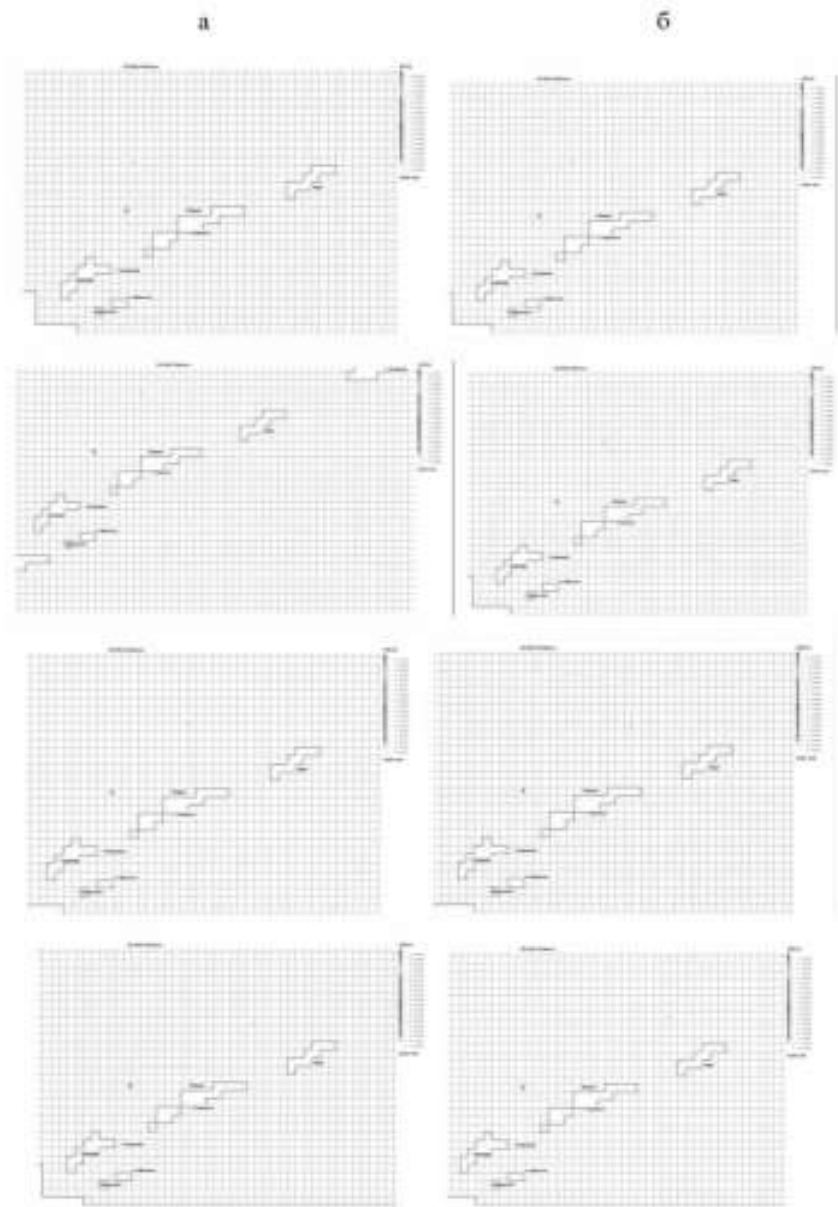


Рис. 7.2.19. Положение пятна на разные моменты времени при движении по I траектории из т.4 при сбросе 113.1т ДТ (объем 136.24м³).





Оценка экологических рисков и математическое моделирование распространения разливов судового топлива в морской среде





Оценка экологических рисков и математическое моделирование распространения разливов судового топлива в морской среде

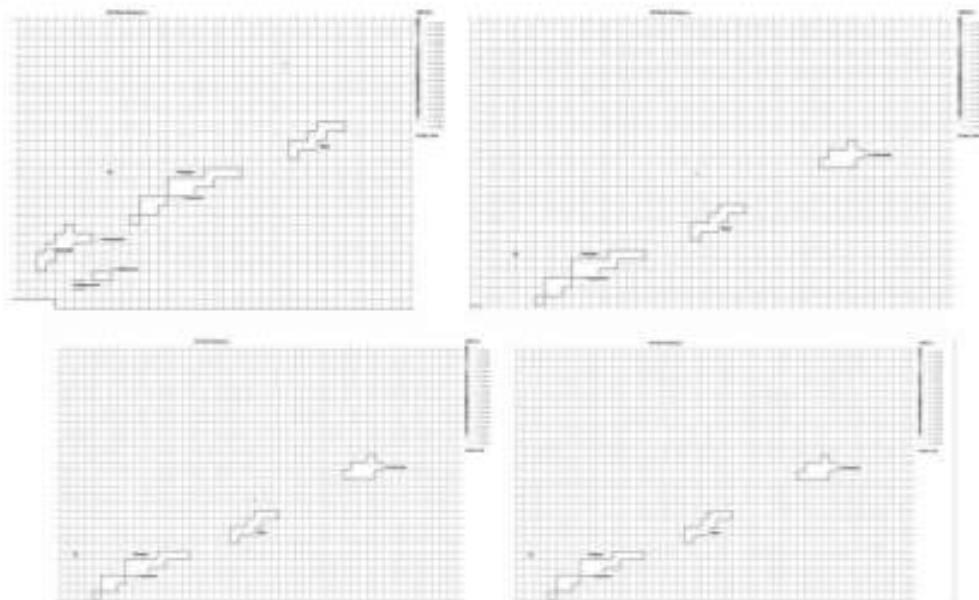


Рис. 7.2.20. Положение пятна на разные моменты времени при движении по 1 траектории из т.4 в при сбросе 113.1т ДТ (объем 136.24м³).



Рис. 7.2.21. Положение пятна на берегу при движении по 1 траектории из т.4 при сбросе 113.1т ДТ (объем 136.24м³).

Таблица 7.2.13. Изменение основных характеристик аварийного разлива дизельного топлива при движении по 1 траектории из т.4 при сбросе 113.1т ДТ (объем 136.24м³).

Время	Площадь (>1мм)	Масса, поступившая из источника	Масса на поверхности моря	Испарившаяся масса	Масса, поступившая в воду за счет диспергирования	Масса, перешедшая из пятна в воду за счет гравитационного оседания	Масса, взвешенная в воде	Масса, осевшая на дно	Масса, попавшая на берег
час	м ²	кг	кг	кг	кг	кг	кг	кг	кг
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.1	111278.4	2260.8	1991.6	263.2	5.9	0	5.9	0	0



Программа работ «Создание региональной сети опорных геолого-геофизических профилей с целью изучения геологического строения, структуры и оценки перспектив нефтегазоносности осадочных бассейнов Охотского моря»

Оценка экологических рисков и математическое моделирование распространения разливов судового топлива в морской среде

0.2	139068	4521.6	3768.2	732.9	20.5	0	20.5	0	0
0.3	166917.6	6782.4	5489.2	1250.1	43.1	0	43.1	0	0
0.4	194737.2	9043.2	7162.6	1807.3	73.3	0	73.3	0	0
0.5	222556.8	11304	8748	2445.5	110.4	0	110.4	0	0
0.6	250376.4	13564.8	10286.4	3144.6	153.8	0	153.8	0	0
0.7	333835.3	15625.6	11767.8	3854.5	203.3	0	203.3	0	0
0.8	361654.9	18086.4	13283.5	4564.1	258.8	0	258.8	0	0
0.9	417294.1	20347.2	14715.6	5311.5	320.1	0	320.1	0	0
1	472933.3	22608	16131.3	6066.9	387.2	2.6	389.8	0	0
1.1	528572.5	24668.8	17513.6	6893.2	459.4	2.6	462	0	0
1.2	584211.7	27129.6	18853.7	7735.9	536.1	3.8	539.9	0	0
1.3	639850.9	29390.4	20170.9	8596.3	617.4	3.8	621.2	0	0
1.4	667670.5	31651.2	21462.5	9475.6	703.1	9.9	713	0	0
1.5	751129.3	33912	22746.2	10362.5	793.4	9.9	803.2	0	0
1.6	778948.9	36172.8	24001.9	11272.9	888.1	9.9	898	0	0
1.7	834568.1	38433.6	25224.9	12210.6	987.1	11	998.1	0	0
1.8	890227.3	40694.4	26422.9	13166.1	1090	13.4	1103.4	0	0
1.9	945866.6	42955.2	27618.7	14126.1	1197	13.4	1210.4	0	0
2	945866.6	45216	28783.4	15106.1	1308	18.6	1326.6	0	0
2.1	1057145	47476.8	29940	16091.1	1423.1	22.5	1445.6	0	0
2.2	1112784.2	49737.6	31062.1	17107.5	1542.1	25.9	1566	0	0
2.3	1140603.8	51998.4	32165.1	18142.7	1664.6	25.9	1690.5	0	0
2.4	1168423.4	54259.2	33237.9	19204.6	1790.7	25.9	1816.7	0	0
2.5	1279701.8	56520	34280.2	20290.1	1920.2	29.5	1949.6	0	0
2.6	1307521.4	58780.8	35325.4	21371.1	2052.5	31.8	2084.3	0	0
2.7	1363180.6	61041.6	36360.4	22456.8	2188.1	36.4	2224.5	0	0
2.8	1418799.8	63302.4	37356.6	23577.5	2326.8	41.5	2368.3	0	0
2.9	1446619.4	65563.2	38334.5	24719.1	2468.1	41.5	2509.6	0	0
3	1557897.9	67824	39322.3	25843.3	2612.1	46.3	2658.4	0	0
3.1	1585717.5	70084.8	40291.7	26967.8	2759.1	46.3	2805.3	0	0
3.2	1669176.3	72345.6	41231.1	28159.6	2908.7	46.3	2954.9	0	0
3.3	1699176.3	74606.4	42147.8	29351.6	3060.8	46.3	3107.1	0	0
3.4	1780454.7	76867.2	43044.5	30553.4	3215.4	53.9	3269.3	0	0
3.5	1836093.9	79128	43930.8	31768.4	3372.2	56.6	3428.6	0	0
3.6	1891733.1	81388.8	44800.6	32997.8	3531.6	56.9	3590.5	0	0
3.7	1891733.1	83649.6	45684.1	34228.7	3693.3	63.5	3756.8	0	0
3.8	2003011.5	85910.4	46514.3	35475.3	3857.2	63.5	3920.7	0	0
3.9	2030831.1	88171.2	47336.7	36743.6	4023.2	67.7	4090.9	0	0
4	2142109.6	90432	48167.8	38003.7	4191.5	69.1	4260.5	0	0
4.1	2114290	92692.8	48999.8	39292.1	4361.8	69.1	4430.9	0	0
4.2	2253388	94953.6	49738.6	40606.3	4534.1	72.7	4606.8	0	0
4.3	2226568.4	97214.4	50509.7	41912.9	4709.3	82.5	4791.6	0	0
4.4	2309027.2	99475.2	51252.8	43247.8	4886.2	86.4	4974.6	0	0
4.5	2309027.2	101736	51977.7	44566.2	5065	95.1	5160.1	0	0
4.6	2475944.8	103996.8	52704.3	45952	5245.4	95.1	5340.5	0	0
4.7	2559403.6	106257.6	53400	47327.2	5427.5	102.9	5530.4	0	0
4.8	2587223.2	108518.4	54080.4	48716.1	5611.2	110.7	5721.9	0	0
4.9	2615042.8	110779.2	54750.3	50111.6	5796.3	121	5917.3	0	0
5	2698501.6	113040	55423.1	51510.8	5982.8	123.2	6106.1	0	0
5.1	2726321.3	113079.2	53918.7	52885.1	6165.5	129.9	6295.4	0	0
5.2	2726321.3	113079.2	52544	54064.4	6340.9	129.9	6470.8	0	0
5.3	2726321.3	113079.2	51239.5	55197.6	6509.6	132.5	6642.1	0	0
5.4	2781960.5	113079.2	50033	56238.5	6672.2	135.5	6807.7	0	0
5.5	2781960.5	113079.2	48899.8	57207.9	6829.1	142.4	6971.5	0	0



Программа работ «Создание региональной сети опорных геолого-геофизических профилей с целью изучения геологического строения, структуры и оценки перспектив нефтегазоносности осадочных бассейнов Охотского моря»

Оценка экологических рисков и математическое моделирование распространения разливов судового топлива в морской среде

5.6	2837599.7	113079.2	47796.8	58146.5	6980.8	155.1	7135.9	0	0
5.7	2809780.1	113079.2	46742.8	59045.7	7127.5	163.3	7290.8	0	0
5.8	2726321.3	113079.2	45740.2	59905.1	7269.4	164.5	7433.9	0	0
5.9	2781860.5	113079.2	44745.4	60757.3	7406.7	169.8	7576.5	0	0
6	2837599.7	113079.2	43783.1	61571.9	7539.6	184.6	7724.2	0	0
6.1	2837599.7	113079.2	42848.2	62372.9	7686.2	189.9	7858.1	0	0
6.2	2837599.7	113079.2	41939.1	63152.3	7792.8	195	7987.8	0	0
6.3	2921058.5	113079.2	41056.4	63911.9	7913.6	197.3	8110.9	0	0
6.4	2837599.7	113079.2	40182.8	64661.7	8030.6	204.1	8234.7	0	0
6.5	2893238.9	113079.2	39321	65394.3	8143.9	220	8363.9	0	0
6.6	2837599.7	113079.2	38477.1	66119.5	8253.5	229.1	8482.6	0	0
6.7	2865419.3	113079.2	37659.2	66831.3	8359.6	229.1	8588.7	0	0
6.8	2921058.5	113079.2	36849.7	67535.4	8462.3	231.8	8694.1	0	0
6.9	2837599.7	113079.2	36057	68224.2	8561.7	236.3	8798	0	0
7	2948878.1	113079.2	35273.6	68907.9	8657.9	239.8	8897.7	0	0
7.1	2893238.9	113079.2	34511.1	69575.4	8750.9	241.9	8992.7	0	0
7.2	2921058.5	113079.2	33763.7	70229.7	8840.7	245.1	9085.8	0	0
7.3	2921058.5	113079.2	33032.1	70874.4	8927.6	245.1	9172.7	0	0
7.4	2865419.3	113079.2	32316.8	71503.5	9011.5	247.4	9258.9	0	0
7.5	2893238.9	113079.2	31605.5	72121.1	9092.4	260.2	9352.6	0	0
7.6	2948878.1	113079.2	30917	72731.5	9170.8	260.2	9430.7	0	0
7.7	2893238.9	113079.2	30237.3	73330.3	9245.9	265.6	9511.6	0	0
7.8	3004517.3	113079.2	29576.9	73913.7	9318.6	270	9588.6	0	0
7.9	2921058.5	113079.2	28929.1	74489	9388.6	272.5	9661.1	0	0
8	2893238.9	113079.2	28297.6	75048.9	9458	276.8	9732.7	0	0
8.1	2948878.1	113079.2	27661.1	75599.4	9520.8	277.9	9798.7	0	0
8.2	2976697.7	113079.2	27078.3	76134.5	9583.2	283.2	9866.4	0	0
8.3	2948878.1	113079.2	26494.6	76651.9	9643.3	289.5	9932.8	0	0
8.4	2948878.1	113079.2	25920.2	77163.2	9701	294.8	9996.8	0	0
8.5	2865419.3	113079.2	25367.1	77658.7	9756.4	297	10053.3	0	0
8.6	3004517.3	113079.2	24827.5	78134.9	9809.6	307.2	10116.6	0	0
8.7	3032336.9	113079.2	24311	78600.2	9860.8	307.2	10166	0	0
8.8	3032336.9	113079.2	23817	79045.1	9909.9	307.2	10217.1	0	0
8.9	2948878.1	113079.2	23323.8	79478.1	9957.1	320.2	10277.3	0	0
9	3060156.5	113079.2	22857.2	79899.3	10002.6	320.2	10322.7	0	0
9.1	2948878.1	113079.2	22403.8	80303.4	10046.2	325.8	10372	0	0
9.2	2976697.7	113079.2	21971.3	80691	10088.2	328.8	10416.9	0	0
9.3	3032336.9	113079.2	21552.3	81087.6	10128.5	330.8	10459.3	0	0
9.4	3004517.3	113079.2	21159.2	81421.8	10167.4	330.8	10498.2	0	0
9.5	3060156.5	113079.2	20767.5	81772.5	10204.9	334.2	10539.1	0	0
9.6	3032336.9	113079.2	20393.8	82104.7	10241	339.7	10580.7	0	0
9.7	3032336.9	113079.2	20041.8	82419.9	10275.8	341.7	10617.5	0	0
9.8	3004517.3	113079.2	19689.3	82730	10309.5	350.4	10659.9	0	0
9.9	3032336.9	113079.2	19353	83029.7	10342	354.5	10696.5	0	0
10	2976697.7	113079.2	19026.5	83322.9	10373.3	354.5	10727.8	0	0
50	3839105.4	113079.2	7342.8	92235.2	12654.8	646.3	13501.2	0	0
100	2921058.5	113079.2	5346.4	83931.3	12788.5	1013.1	13801.6	0	0
300	0	113079.2	1722.9	96964.7	12835.3	1556.2	14391.5	0	0
400	0	113079.2	1311.8	97373	12835.4	1559	14394.4	0	0
450	0	113079.2	1163.7	97521.1	12835.4	1559	14394.4	0	0
500	0	113079.2	1023.7	97661.1	12835.4	1559	14394.4	0	0
550	0	113079.2	901.5	97783.3	12835.4	1559	14394.4	0	0
580	0	113079.2	869.3	97815.5	12835.4	1559	14394.4	0	0
570	0	113079.2	844.7	97840.1	12835.4	1559	14394.4	0	0



Оценка экологических рисков и математическое моделирование распространения разливов судового топлива в морской среде

580	0	113079.2	825	97859.8	12835.4	1559	14394.4	0	0
590	0	113079.2	801.1	97883.7	12835.4	1559	14394.4	0	0
600	0	113079.2	771	97913.8	12835.4	1559	14394.4	0	0
610	0	113079.2	739.3	97945.5	12835.4	1559	14394.4	0	0
700	0	113079.2	542.7	98142.1	12835.4	1559	14394.4	0	0
750	0	113079.2	429.9	98242.2	12835.4	1559	14394.4	0	12.7
750.1	0	113079.2	429.7	98242.4	12835.4	1559	14394.4	0	12.7
750.2	0	113079.2	429.4	98242.6	12835.4	1559	14394.4	0	12.7
750.3	0	113079.2	429.2	98242.9	12835.4	1559	14394.4	0	12.7
750.4	0	113079.2	429	98243.1	12835.4	1559	14394.4	0	12.7
750.5	0	113079.2	428.6	98243.3	12835.4	1559	14394.4	0	12.7
750.6	0	113079.2	428.5	98243.6	12835.4	1559	14394.4	0	12.7
750.7	0	113079.2	428.3	98243.8	12835.4	1559	14394.4	0	12.7
750.8	0	113079.2	428.1	98244	12835.4	1559	14394.4	0	12.7
750.9	0	113079.2	427.8	98244.3	12835.4	1559	14394.4	0	12.7
751	0	113079.2	427.6	98244.5	12835.4	1559	14394.4	0	12.7
770	0	113079.2	0	98269.1	12835.4	1559	14394.4	0	415.7
780	0	113079.2	0	98269.1	12835.4	1559	14394.4	0	415.7
790	0	113079.2	0	98269.1	12835.4	1559	14394.4	0	415.7

Таблица 7.2.14. Процентное изменение основных характеристик аварийного разлива дизельного топлива при движении по I траектории из т.4 при сбросе 113.1т ДТ (объем 136.24м³).

Время	Масса на поверхности моря	Испарившаяся масса	Масса, поступившая в воду за счет диспергирования	Масса, перешедшая из пены в воду за счет гравитационного оседания	Масса, взвешенная в воде	Масса, осевшая на дно	Масса, попавшая на берег
час	%	%	%	%	%	%	%
0	0	0	0	0	0	0	0
0.1	88.095	11.643	0.263	0	0.263	0	0
0.2	83.337	16.209	0.454	0	0.454	0	0
0.3	80.933	18.432	0.635	0	0.635	0	0
0.4	79.205	19.985	0.811	0	0.811	0	0
0.5	77.389	21.634	0.977	0	0.977	0	0
0.6	75.684	23.182	1.134	0	1.134	0	0
0.7	74.359	24.356	1.284	0	1.284	0	0
0.8	73.334	25.235	1.431	0	1.431	0	0
0.9	72.322	26.104	1.573	0	1.573	0	0
1	71.352	26.924	1.713	0.012	1.724	0	0
1.1	70.424	27.718	1.847	0.011	1.858	0	0
1.2	69.495	28.515	1.976	0.014	1.99	0	0
1.3	68.631	29.255	2.101	0.013	2.114	0	0
1.4	67.81	29.938	2.222	0.031	2.253	0	0
1.5	67.074	30.557	2.339	0.029	2.369	0	0
1.6	66.354	31.164	2.455	0.027	2.482	0	0
1.7	65.632	31.771	2.568	0.029	2.597	0	0
1.8	64.93	32.359	2.679	0.033	2.711	0	0
1.9	64.297	32.886	2.787	0.031	2.818	0	0
2	63.657	33.409	2.893	0.041	2.934	0	0
2.1	63.062	33.893	2.997	0.047	3.045	0	0
2.2	62.452	34.396	3.1	0.052	3.153	0	0
2.3	61.858	34.891	3.201	0.05	3.251	0	0



Программа работ «Создание региональной сети опорных геолого-геофизических профилей с целью изучения геологического строения, структуры и оценки перспектив нефтегазоносности осадочных бассейнов Охотского моря»

Оценка экологических рисков и математическое моделирование распространения разливов судового топлива в морской среде

2.4	61.258	35.394	3.3	0.048	3.348	0	0
2.5	60.652	35.899	3.397	0.052	3.449	0	0
2.6	60.097	36.357	3.492	0.054	3.546	0	0
2.7	59.567	36.789	3.585	0.06	3.644	0	0
2.8	59.013	37.246	3.676	0.066	3.741	0	0
2.9	58.47	37.703	3.765	0.063	3.828	0	0
3	57.977	38.104	3.851	0.068	3.92	0	0
3.1	57.49	38.507	3.937	0.066	4.003	0	0
3.2	56.992	38.924	4.021	0.064	4.084	0	0
3.3	56.494	39.342	4.103	0.062	4.165	0	0
3.4	55.999	39.748	4.183	0.07	4.253	0	0
3.5	55.519	40.148	4.262	0.071	4.333	0	0
3.6	55.045	40.543	4.339	0.072	4.411	0	0
3.7	54.59	40.919	4.415	0.076	4.491	0	0
3.8	54.143	41.293	4.49	0.074	4.564	0	0
3.9	53.687	41.673	4.563	0.077	4.64	0	0
4	53.264	42.025	4.635	0.076	4.711	0	0
4.1	52.83	42.39	4.706	0.074	4.78	0	0
4.2	52.382	42.766	4.775	0.077	4.852	0	0
4.3	51.957	43.114	4.844	0.085	4.929	0	0
4.4	51.523	43.476	4.912	0.089	5.001	0	0
4.5	51.091	43.837	4.979	0.093	5.072	0	0
4.6	50.679	44.186	5.044	0.091	5.135	0	0
4.7	50.255	44.54	5.108	0.097	5.205	0	0
4.8	49.835	44.892	5.171	0.102	5.273	0	0
4.9	49.423	45.236	5.232	0.109	5.342	0	0
5	49.03	45.569	5.293	0.109	5.402	0	0
5.1	47.682	46.751	5.452	0.115	5.567	0	0
5.2	46.467	47.811	5.607	0.115	5.722	0	0
5.3	45.313	48.813	5.757	0.117	5.874	0	0
5.4	44.246	49.734	5.901	0.12	6.02	0	0
5.5	43.244	50.591	6.039	0.126	6.165	0	0
5.6	42.268	51.421	6.173	0.137	6.311	0	0
5.7	41.336	52.216	6.303	0.144	6.447	0	0
5.8	40.45	52.976	6.429	0.145	6.574	0	0
5.9	39.57	53.73	6.55	0.15	6.7	0	0
6	38.719	54.45	6.667	0.163	6.831	0	0
6.1	37.892	55.159	6.781	0.168	6.949	0	0
6.2	37.088	55.848	6.891	0.172	7.064	0	0
6.3	36.308	56.52	6.998	0.174	7.173	0	0
6.4	35.535	57.183	7.102	0.181	7.282	0	0
6.5	34.773	57.83	7.202	0.195	7.397	0	0
6.6	34.027	58.472	7.299	0.203	7.501	0	0
6.7	33.303	59.101	7.393	0.203	7.595	0	0
6.8	32.588	59.724	7.484	0.205	7.689	0	0
6.9	31.886	60.333	7.571	0.209	7.78	0	0
7	31.194	60.938	7.657	0.212	7.869	0	0
7.1	30.519	61.528	7.739	0.214	7.953	0	0
7.2	29.858	62.107	7.818	0.217	8.035	0	0
7.3	29.211	62.677	7.895	0.217	8.112	0	0
7.4	28.579	63.233	7.969	0.219	8.188	0	0
7.5	27.95	63.779	8.041	0.23	8.271	0	0
7.6	27.341	64.319	8.11	0.23	8.34	0	0
7.7	26.74	64.849	8.177	0.235	8.411	0	0



Программа работ «Создание региональной сети опорных геолого-геофизических профилей с целью изучения геологического строения, структуры и оценки перспектив нефтегазоносности осадочных бассейнов Охотского моря»

Оценка экологических рисков и математическое моделирование распространения разливов судового топлива в морской среде

7.8	26.156	65.365	8.241	0.239	8.48	0	0
7.9	25.583	65.873	8.303	0.241	8.544	0	0
8	25.025	66.368	8.362	0.245	8.607	0	0
8.1	24.479	66.855	8.42	0.246	8.665	0	0
8.2	23.946	67.328	8.475	0.25	8.725	0	0
8.3	23.43	67.786	8.528	0.256	8.784	0	0
8.4	22.922	68.238	8.579	0.261	8.84	0	0
8.5	22.433	68.676	8.628	0.263	8.891	0	0
8.6	21.956	69.097	8.675	0.272	8.947	0	0
8.7	21.499	69.509	8.72	0.272	8.992	0	0
8.8	21.062	69.902	8.764	0.272	9.035	0	0
8.9	20.626	70.285	8.805	0.283	9.089	0	0
9	20.213	70.658	8.846	0.283	9.129	0	0
9.1	19.812	71.015	8.884	0.288	9.172	0	0
9.2	19.43	71.358	8.921	0.291	9.212	0	0
9.3	19.059	71.691	8.957	0.292	9.25	0	0
9.4	18.712	72.004	8.991	0.292	9.284	0	0
9.5	18.365	72.314	9.025	0.296	9.32	0	0
9.6	18.035	72.608	9.056	0.3	9.357	0	0
9.7	17.724	72.887	9.087	0.302	9.389	0	0
9.8	17.412	73.161	9.117	0.31	9.427	0	0
9.9	17.115	73.426	9.146	0.314	9.459	0	0
10	16.828	73.685	9.173	0.314	9.487	0	0
50	6.493	81.567	11.191	0.748	11.94	0	0
100	4.728	83.067	11.309	0.896	12.205	0	0
110	4.369	83.374	11.322	0.936	12.257	0	0
120	4.043	83.657	11.33	0.969	12.299	0	0
130	3.741	83.914	11.336	1.009	12.345	0	0
140	3.433	84.162	11.341	1.064	12.405	0	0
150	3.156	84.399	11.345	1.1	12.446	0	0
157	2.98	84.529	11.347	1.144	12.491	0	0
157.1	2.978	84.53	11.347	1.144	12.491	0	0
157.2	2.977	84.532	11.347	1.144	12.491	0	0
157.3	2.972	84.534	11.347	1.147	12.494	0	0
157.4	2.971	84.535	11.347	1.147	12.494	0	0
157.5	2.966	84.537	11.347	1.15	12.497	0	0
157.6	2.962	84.539	11.347	1.152	12.5	0	0
157.7	2.96	84.54	11.347	1.152	12.5	0	0
157.8	2.959	84.542	11.347	1.152	12.5	0	0
157.9	2.957	84.543	11.347	1.152	12.5	0	0
158	2.954	84.545	11.347	1.153	12.5	0	0
158.1	2.953	84.547	11.347	1.153	12.5	0	0
158.2	2.951	84.548	11.347	1.153	12.5	0	0
158.3	2.95	84.55	11.347	1.153	12.5	0	0
158.4	2.948	84.552	11.347	1.153	12.5	0	0
158.5	2.946	84.553	11.347	1.153	12.501	0	0
158.6	2.945	84.555	11.347	1.153	12.501	0	0
158.7	2.943	84.556	11.347	1.153	12.501	0	0
158.8	2.941	84.558	11.347	1.154	12.501	0	0
158.9	2.939	84.559	11.347	1.154	12.501	0	0
159	2.938	84.561	11.347	1.154	12.501	0	0
159.1	2.936	84.563	11.347	1.154	12.501	0	0
159.2	2.935	84.564	11.347	1.154	12.501	0	0
159.3	2.933	84.566	11.347	1.154	12.501	0	0

III



Программа работ «Создание региональной сети опорных геолого-геофизических профилей с целью изучения геологического строения, структуры и оценки перспектив нефтегазоносности осадочных бассейнов Охотского моря»

Оценка экологических рисков и математическое моделирование распространения разливов судового топлива в морской среде

159.4	2.929	84.567	11.347	1.156	12.504	0	0
159.5	2.927	84.569	11.347	1.157	12.504	0	0
159.6	2.926	84.57	11.347	1.157	12.504	0	0
159.7	2.924	84.572	11.347	1.157	12.504	0	0
159.8	2.923	84.573	11.347	1.157	12.504	0	0
159.9	2.921	84.575	11.347	1.157	12.504	0	0
160	2.919	84.577	11.347	1.157	12.504	0	0
170	2.75	84.708	11.348	1.194	12.542	0	0
170.1	2.749	84.709	11.348	1.194	12.542	0	0
170.2	2.748	84.71	11.348	1.194	12.542	0	0
170.3	2.746	84.711	11.348	1.194	12.542	0	0
170.4	2.743	84.712	11.348	1.196	12.544	0	0
170.5	2.742	84.714	11.348	1.196	12.544	0	0
170.6	2.741	84.715	11.348	1.196	12.544	0	0
170.7	2.74	84.716	11.348	1.196	12.544	0	0
170.8	2.739	84.717	11.348	1.196	12.544	0	0
170.9	2.737	84.718	11.348	1.196	12.544	0	0
171	2.734	84.719	11.348	1.199	12.547	0	0
171.1	2.728	84.721	11.348	1.204	12.552	0	0
171.2	2.726	84.722	11.348	1.204	12.552	0	0
171.3	2.725	84.723	11.348	1.204	12.552	0	0
171.4	2.724	84.724	11.348	1.204	12.552	0	0
171.5	2.723	84.725	11.348	1.204	12.552	0	0
171.6	2.722	84.726	11.348	1.204	12.552	0	0
171.7	2.721	84.727	11.348	1.204	12.552	0	0
171.8	2.719	84.728	11.348	1.204	12.552	0	0
171.9	2.718	84.73	11.348	1.204	12.552	0	0
172	2.717	84.731	11.348	1.204	12.552	0	0
172.1	2.715	84.732	11.348	1.205	12.553	0	0
172.2	2.714	84.733	11.348	1.205	12.553	0	0
172.3	2.713	84.734	11.348	1.205	12.553	0	0
174.5	2.683	84.758	11.348	1.211	12.559	0	0
300	1.524	85.749	11.351	1.376	12.727	0	0
400	1.16	86.11	11.351	1.379	12.729	0	0
500	0.905	86.365	11.351	1.379	12.729	0	0
550	0.797	86.473	11.351	1.379	12.729	0	0
560	0.769	86.502	11.351	1.379	12.729	0	0
570	0.747	86.524	11.351	1.379	12.729	0	0
580	0.73	86.541	11.351	1.379	12.729	0	0
590	0.708	86.562	11.351	1.379	12.729	0	0
600	0.682	86.589	11.351	1.379	12.729	0	0
610	0.654	86.617	11.351	1.379	12.729	0	0
700	0.48	86.791	11.351	1.379	12.729	0	0
742	0.41	86.86	11.351	1.379	12.729	0	0
759	0.364	86.896	11.351	1.379	12.729	0	0.011
759.1	0.363	86.896	11.351	1.379	12.729	0	0.012
759.2	0.363	86.896	11.351	1.379	12.729	0	0.012
759.3	0.363	86.896	11.351	1.379	12.729	0	0.012
759.4	0.361	86.896	11.351	1.379	12.729	0	0.013
759.5	0.36	86.896	11.351	1.379	12.729	0	0.014
759.6	0.358	86.897	11.351	1.379	12.729	0	0.016
759.7	0.357	86.897	11.351	1.379	12.729	0	0.016
759.8	0.357	86.897	11.351	1.379	12.729	0	0.017
759.9	0.357	86.897	11.351	1.379	12.729	0	0.017



Программа работ «Создание региональной сети опорных геолого-геофизических профилей с целью изучения геологического строения, структуры и оценки перспектив нефтегазоносности осадочных бассейнов Охотского моря»

Оценка экологических рисков и математическое моделирование распространения разливов судового топлива в морской среде

760	0.355	86.897	11.351	1.379	12.729	0	0.018
760.1	0.354	86.897	11.351	1.379	12.729	0	0.019
760.2	0.351	86.898	11.351	1.379	12.729	0	0.022
760.3	0.349	86.898	11.351	1.379	12.729	0	0.024
760.4	0.346	86.898	11.351	1.379	12.729	0	0.027
760.5	0.343	86.898	11.351	1.379	12.729	0	0.029
760.6	0.341	86.898	11.351	1.379	12.729	0	0.031
760.7	0.339	86.898	11.351	1.379	12.729	0	0.033
760.8	0.336	86.898	11.351	1.379	12.729	0	0.036
760.9	0.33	86.899	11.351	1.379	12.729	0	0.042
761	0.325	86.899	11.351	1.379	12.729	0	0.047
761.1	0.319	86.899	11.351	1.379	12.729	0	0.052
761.2	0.314	86.899	11.351	1.379	12.729	0	0.057
761.3	0.311	86.899	11.351	1.379	12.729	0	0.061
761.4	0.308	86.899	11.351	1.379	12.729	0	0.065
761.5	0.301	86.899	11.351	1.379	12.729	0	0.07
761.6	0.296	86.9	11.351	1.379	12.729	0	0.075
761.7	0.289	86.9	11.351	1.379	12.729	0	0.082
761.8	0.283	86.9	11.351	1.379	12.729	0	0.088
761.9	0.278	86.9	11.351	1.379	12.729	0	0.093
762	0.274	86.9	11.351	1.379	12.729	0	0.097
762.1	0.267	86.9	11.351	1.379	12.729	0	0.103
762.2	0.259	86.9	11.351	1.379	12.729	0	0.111
762.3	0.252	86.901	11.351	1.379	12.729	0	0.118
762.4	0.247	86.901	11.351	1.379	12.729	0	0.123
762.5	0.239	86.901	11.351	1.379	12.729	0	0.131
762.6	0.227	86.901	11.351	1.379	12.729	0	0.142
762.7	0.212	86.901	11.351	1.379	12.729	0	0.157
762.8	0.202	86.901	11.351	1.379	12.729	0	0.167
762.9	0.195	86.901	11.351	1.379	12.729	0	0.174
763	0.187	86.901	11.351	1.379	12.729	0	0.182
763.1	0.18	86.901	11.351	1.379	12.729	0	0.189
763.2	0.174	86.901	11.351	1.379	12.729	0	0.196
763.3	0.164	86.902	11.351	1.379	12.729	0	0.205
763.4	0.155	86.902	11.351	1.379	12.729	0	0.213
763.5	0.144	86.902	11.351	1.379	12.729	0	0.225
763.6	0.132	86.902	11.351	1.379	12.729	0	0.237
763.7	0.127	86.902	11.351	1.379	12.729	0	0.241
763.8	0.12	86.902	11.351	1.379	12.729	0	0.248
763.9	0.108	86.902	11.351	1.379	12.729	0	0.261
764	0.101	86.902	11.351	1.379	12.729	0	0.267
764.1	0.095	86.902	11.351	1.379	12.729	0	0.274
764.2	0.088	86.902	11.351	1.379	12.729	0	0.28
764.3	0.081	86.902	11.351	1.379	12.729	0	0.287
764.4	0.072	86.902	11.351	1.379	12.729	0	0.296
764.5	0.065	86.902	11.351	1.379	12.729	0	0.303
764.6	0.06	86.902	11.351	1.379	12.729	0	0.308
764.7	0.053	86.902	11.351	1.379	12.729	0	0.315
764.8	0.045	86.903	11.351	1.379	12.729	0	0.323
764.9	0.041	86.903	11.351	1.379	12.729	0	0.327
765	0.035	86.903	11.351	1.379	12.729	0	0.333
765.1	0.03	86.903	11.351	1.379	12.729	0	0.337
765.2	0.028	86.903	11.351	1.379	12.729	0	0.34
765.3	0.021	86.903	11.351	1.379	12.729	0	0.346



Оценка экологических рисков и математическое моделирование распространения разливов судового топлива в морской среде

765.4	0.019	86.903	11.351	1.379	12.729	0	0.348
765.5	0.015	86.903	11.351	1.379	12.729	0	0.353
765.6	0.013	86.903	11.351	1.379	12.729	0	0.355
765.7	0.011	86.903	11.351	1.379	12.729	0	0.356
765.8	0.009	86.903	11.351	1.379	12.729	0	0.358
765.9	0.008	86.903	11.351	1.379	12.729	0	0.359
766	0.005	86.903	11.351	1.379	12.729	0	0.362
766.1	0.004	86.903	11.351	1.379	12.729	0	0.364
766.2	0.004	86.903	11.351	1.379	12.729	0	0.364
766.3	0.003	86.903	11.351	1.379	12.729	0	0.365
766.4	0.002	86.903	11.351	1.379	12.729	0	0.365
766.5	0.002	86.903	11.351	1.379	12.729	0	0.366
766.6	0.001	86.903	11.351	1.379	12.729	0	0.366
766.7	0.001	86.903	11.351	1.379	12.729	0	0.366
766.8	0.001	86.903	11.351	1.379	12.729	0	0.366
766.9	0	86.903	11.351	1.379	12.729	0	0.367
767	0	86.903	11.351	1.379	12.729	0	0.367

Расчетные положения пятна дизельного топлива на разные моменты времени выпущенного из точки 4 для 2-й траектории приведены на Рис.7.2.22.-7.2.24, а характеристики выветривания даны в таблицах 7.2.15-7.2.16. Как видно из приведенных данных в рассматриваемых условиях при движении по 2-й траектории пятно движется в южном направлении (Рис.7.2.22.-7.2.24.), так, что через 56 час оно попадает на берег. При этом около 81,5% (92,1 т) испаряется, 11,1% (12,5т) уходит в диспергированном виде в воду, 0,8% (0,9т) переходит из пятна в воду за счет гравитационного осаждения и 6,5% (7,4 т) попадает на берег. Максимальное значение площади разлива в пределах толщины 1мкм около 3,97 км². Для оценки длины загрязненной береговой линии рассмотрим Рис.7.2.24. Из него следует что ДТ попало в 1 ячейку с длиной стороны 16 км. В то же время из Таблица 7.2.15. следует что на берег попало 7.5 т ДТ. Считаем, что при попадании 2 т загрязняется длина берега равная около 1км. Т.о. в рассматриваемом случае длина загрязненной береговой линии будет около 4 км.

Как было сказано при проведении траекторного анализа (с нейтральными маркерами) при разливе из точки 4 наиболее вероятно под воздействием оказываются ООПТ «Островной» и ООПТ «Курильский». Времена достижения ООПТ «Островной» около 60час, ООПТ «Курильский» около 220час (Рис.7.1.38-7.1.49.). Остальные ООПТ в этом случае не затрагиваются. Поскольку время достижения ООПТ «Островной» около 60час, то в соответствии с таблицами выветривания 7.2.13.-7.2.14. туда может попасть не больше 6т. Поскольку время достижения ООПТ «Курильский» около 220час, то в соответствии с таблицами выветривания 7.2.13.-7.2.14. туда может попасть не больше 3т дизельного топлива.



Оценка экологических рисков и математическое моделирование распространения разливов судового топлива в морской среде

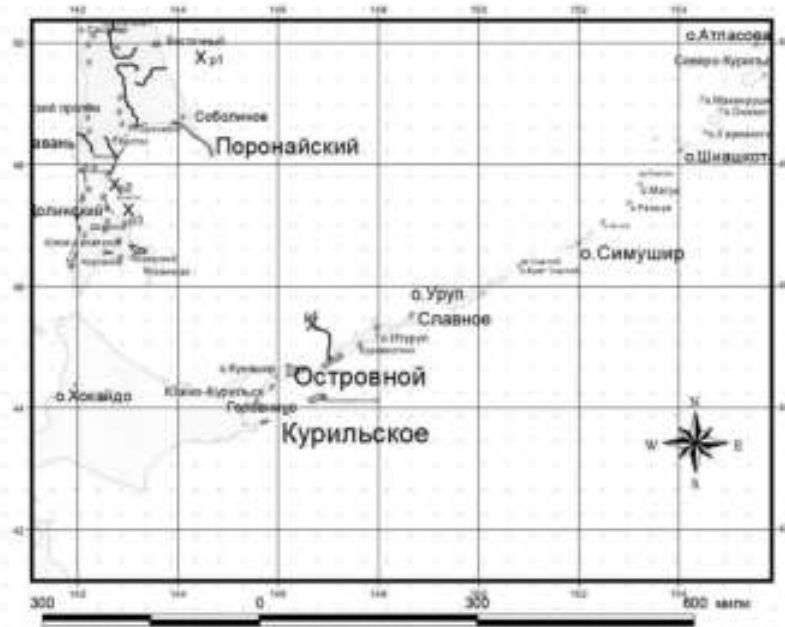
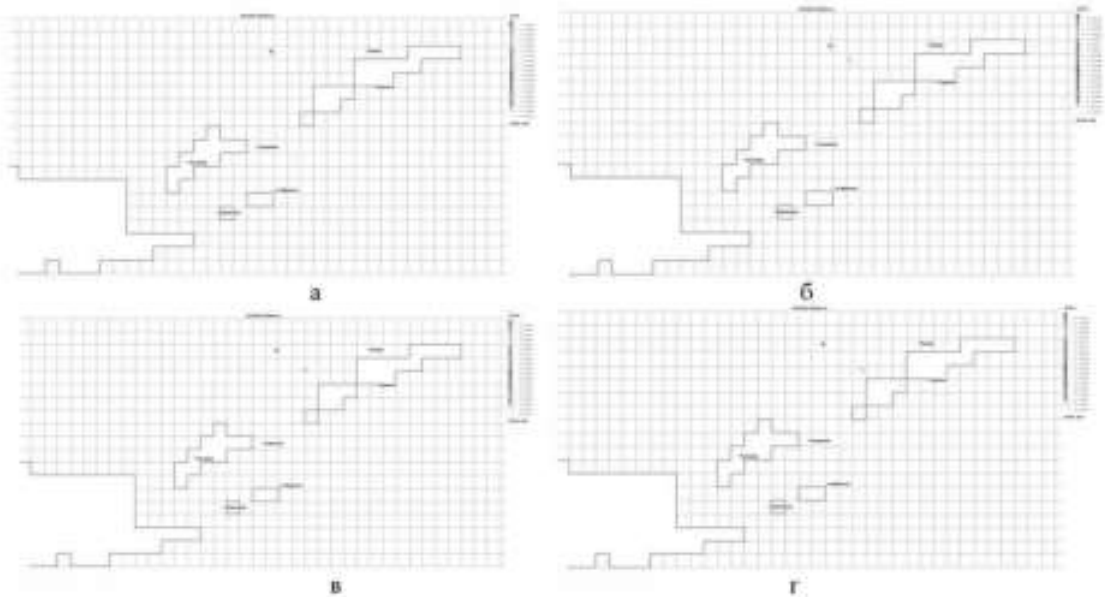


Рис. 7.2.22. Положение пятна на разные моменты времени при движении по 2 траектории из т.4 при сбросе 113.1т ДТ (объем 136.24м³).





Оценка экологических рисков и математическое моделирование распространения разливов судового топлива в морской среде

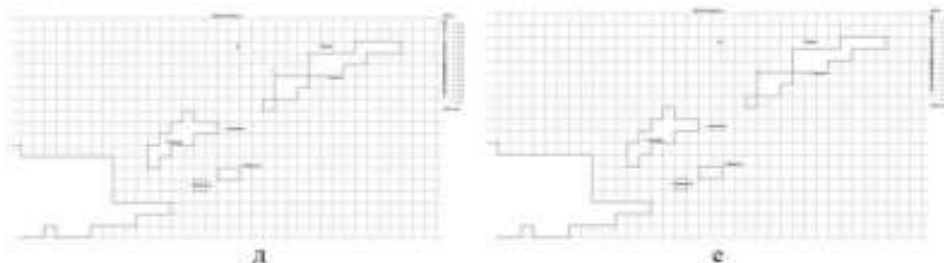


Рис. 7.2.23. Положение пятна на разные моменты времени при движении по 2 траектории из т.4 в при сбросе 113.1т ДТ (объем 136.24м³),



Рис. 7.2.24. Положение пятна на берегу при движении по 2 траектории из т.4 при сбросе 113.1т ДТ (объем 136.24м³),

Таблица 7.2.15. Изменение основных характеристик аварийного разлива дизельного топлива при движении по 2 траектории из т.4 при сбросе 113.1т ДТ (объем 136.24м³).

Время	Площадь (>1мм)	Масса, поступившая из источника	Масса на поверхность моря	Испарившаяся масса	Масса, поступившая в воду за счет диспергирования	Масса, перешедшая из пятна в воду за счет гравитационного осаждения	Масса, взвешенная в воде	Масса, осевшая на дно	Масса, попавшая на берег
час	м ²	кг	кг	кг	кг	кг	кг	кг	кг
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.1	83458.8	2280.8	1907.1	345.9	7.8	0	7.8	0	0
0.2	139098	4521.6	3670.3	823.9	27.4	0	27.4	0	0
0.3	168917.6	6782.4	5348	1378.7	57.7	0	57.7	0	0
0.4	222558.8	9043.2	6932	2013.8	97.4	0	97.4	0	0
0.5	278198	11304	8473.4	2884.5	148.1	0	148.1	0	0
0.6	308015.7	13584.8	9960.8	3401	203	0	203	0	0
0.7	361654.9	15825.6	11429.1	4129.1	267.4	0	267.4	0	0
0.8	389474.5	18086.4	12860.1	4884	339.8	2.4	342.2	0	0
0.9	445113.7	20347.2	14257.8	5667.9	419.1	2.4	421.5	0	0
1	500752.9	22608	15825.4	6474.9	505.3	2.4	507.7	0	0
3	1780454.7	67824	37090.2	27435.5	3261.8	36.7	3298.3	0	0
4	2475944.8	90432	44624.8	40645.9	5070.2	91.1	5161.3	0	0



Программа работ «Создание региональной сети опорных геолого-геофизических профилей с целью изучения геологического строения, структуры и оценки перспектив нефтегазоносности осадочных бассейнов Охотского моря»

Оценка экологических рисков и математическое моделирование распространения разливов судового топлива в морской среде

5	3032336.9	113040	50578	55288	7001.4	172.6	7174	0	0
10	3227074.1	113079. 2	18656.6	85057	10876.7	488.9	11365.6	0	0
15	3366172.2	113079. 2	11737.7	89192.7	11542.6	606.2	12148.7	0	0
20	3505270.2	113079. 2	10464.1	90060.2	11869.1	685.8	12554.8	0	0
30	3950393.9	113079. 2	9128.6	90867	12252.7	830.9	13063.6	0	0
40	4033842.7	113079. 2	8201.7	91493.6	12455.7	928.3	13383.9	0	0
50	2698501.6	113079. 2	5375.6	92024.2	12568.2	973.1	13541.3	0	2138
50.1	2670682	113079. 2	5263.6	92027.8	12568.7	974.1	13542.8	0	2245
50.2	2815042.8	113079. 2	5146.4	92031.3	12569.1	974.1	13543.2	0	2358.2
50.3	2842862.4	113079. 2	5035.9	92034.7	12569.5	974.1	13543.7	0	2464.9
50.4	2531584	113079. 2	4930.3	92038	12569.9	974.1	13544	0	2566.9
50.5	2503764.4	113079. 2	4835.7	92041.3	12570.3	974.1	13544.4	0	2657.7
50.6	2475944.8	113079. 2	4732	92044.5	12570.6	977.1	13547.7	0	2755
50.7	2281207.6	113079. 2	4607	92047.7	12571	977.9	13548.9	0	2875.7
50.8	2309027.2	113079. 2	4503.9	92050.8	12571.3	977.9	13549.2	0	2975.4
50.9	2197748.8	113079. 2	4412.3	92053.8	12571.6	977.9	13549.5	0	3063.7
51	2309027.2	113079. 2	4300.2	92056.7	12571.9	977.9	13549.8	0	3172.5
51.1	2225668.4	113079. 2	4193.4	92059.6	12572.1	977.9	13550.1	0	3276.1
51.2	2197748.8	113079. 2	4056.9	92062.4	12572.4	977.9	13550.3	0	3409.6
51.3	2114290	113079. 2	3920.3	92065.2	12572.6	977.9	13550.6	0	3543.2
51.4	1891733.1	113079. 2	3808.3	92067.8	12572.9	977.9	13550.8	0	3652.3
51.5	1891733.1	113079. 2	3709.3	92070.4	12573.1	978.2	13551.3	0	3748.2
51.6	1780454.7	113079. 2	3599.5	92073	12573.3	978.2	13551.5	0	3855.2
51.7	1752635.1	113079. 2	3486.6	92075.4	12573.5	978.2	13551.7	0	3965.5
51.8	1613537.1	113079. 2	3390.5	92077.8	12573.6	978.2	13551.9	0	4059
51.9	1669176.3	113079. 2	3283.1	92080.1	12573.8	978.2	13552	0	4164
52	1613537.1	113079. 2	3165.7	92082.3	12574	978.2	13552.2	0	4279
52.1	1585717.5	113079. 2	3051.2	92084.5	12574.1	978.2	13552.3	0	4391.2
52.2	1446619.4	113079. 2	2943.4	92086.6	12574.2	978.2	13552.5	0	4496.8
52.3	1363160.6	113079. 2	2810.8	92088.6	12574.3	978.2	13552.6	0	4627.2
52.4	1335341	113079. 2	2685.1	92090.5	12574.5	978.2	13552.7	0	4750.9
52.5	1196243	113079. 2	2542.8	92092.3	12574.6	978.2	13552.8	0	4891.2
52.6	1196243	113079. 2	2417	92094.1	12574.8	978.6	13553.2	0	5014.9
52.7	1168423.4	113079. 2	2295.3	92096.7	12574.7	978.6	13553.3	0	5134.9



Оценка экологических рисков и математическое моделирование распространения разливов судового топлива в морской среде

52.8	1140603.8	113079.2	2189.9	92097.3	12574.8	978.6	13553.4	0	5238.7
52.9	1029325.4	113079.2	2057.6	92098.7	12574.9	978.9	13553.7	0	5369.1
53	973686.2	113079.2	1939.3	92100.1	12574.9	978.9	13553.8	0	5485.9
53.1	834598.1	113079.2	1818.9	92101.4	12575	978.9	13553.9	0	5607
53.2	862407.7	113079.2	1698.4	92102.8	12575	978.9	13553.9	0	5724.2
53.3	751129.3	113079.2	1588.9	92103.8	12575	978.9	13553.9	0	5832.6
53.4	695490.1	113079.2	1462.7	92104.8	12575.1	978.9	13554	0	5957.7
53.5	612031.3	113079.2	1362	92105.8	12575.1	978.9	13554	0	6057.3
53.6	639650.9	113079.2	1229.8	92106.7	12575.1	978.9	13554	0	6188.7
53.7	445113.7	113079.2	1108.1	92107.6	12575.1	978.9	13554	0	6309.5
53.8	528572.5	113079.2	950.2	92108.3	12575.2	978.9	13554.1	0	6466.6
53.9	361654.9	113079.2	830.8	92109	12575.2	978.9	13554.1	0	6585.3
54	333835.3	113079.2	697.1	92109.6	12575.2	978.9	13554.1	0	6718.5
54.1	278198	113079.2	569.7	92110.1	12575.2	978.9	13554.1	0	6845.4
54.2	166917.6	113079.2	424.9	92110.4	12575.2	978.9	13554.1	0	6989.7
54.3	139098	113079.2	318.9	92110.7	12575.2	978.9	13554.1	0	7095.4
54.4	55639.2	113079.2	186.8	92110.9	12575.2	978.9	13554.1	0	7227.6
54.5	27819.6	113079.2	118.5	92111.1	12575.2	978.9	13554.1	0	7295.5
54.6	0	113079.2	60.1	92111.2	12575.2	978.9	13554.1	0	7353.8
54.7	0	113079.2	25.9	92111.2	12575.2	978.9	13554.1	0	7389
54.8	0	113079.2	3.7	92111.2	12575.2	978.9	13554.1	0	7410.2
54.9	0	113079.2	2.4	92111.2	12575.2	978.9	13554.1	0	7411.5
55	0	113079.2	0	92111.3	12575.2	978.9	13554.1	0	7413.8

Таблица 7.2.16. Процентное изменение основных характеристик аварийного разлива дизельного топлива при движении по 2 траектории из т.4 при сбросе 113.1т ДТ (объем 136.24м³).

Время	Масса на поверхности моря	Испарившаяся масса	Масса, поступившая в воду за счет диспергирования	Масса, перешедшая из пятна в воду за счет гравитационного оседания	Масса, взвешенная в воде	Масса, осевшая на дно	Масса, попавшая на берег
час	%	%	%	%	%	%	%
0	0	0	0	0	0	0	0
0.1	84.355	15.301	0.344	0	0.344	0	0
0.2	81.173	18.222	0.606	0	0.606	0	0
0.3	78.822	20.328	0.851	0	0.851	0	0
0.4	76.654	22.266	1.078	0	1.078	0	0
0.5	74.959	23.748	1.293	0	1.293	0	0



Программа работ «Создание региональной сети опорных геолого-геофизических профилей с целью изучения геологического строения, структуры и оценки перспектив нефтегазоносности осадочных бассейнов Охотского моря»

Оценка экологических рисков и математическое моделирование распространения разливов судового топлива в морской среде

0.6	73.431	25.072	1.497	0	1.497	0	0
0.7	72.219	26.091	1.69	0	1.69	0	0
0.8	71.104	27.004	1.879	0.013	1.892	0	0
0.9	70.072	27.856	2.06	0.012	2.072	0	0
1	69.115	28.64	2.235	0.011	2.246	0	0
3	54.886	40.451	4.809	0.054	4.863	0	0
4	49.346	44.946	5.607	0.101	5.707	0	0
5	44.743	48.91	6.184	0.153	6.348	0	0
10	14.73	75.219	9.619	0.432	10.051	0	0
15	10.38	78.876	10.208	0.536	10.744	0	0
20	9.254	79.643	10.498	0.606	11.103	0	0
30	8.073	80.357	10.835	0.735	11.57	0	0
40	7.253	80.911	11.015	0.821	11.836	0	0
50	4.754	81.38	11.115	0.861	11.975	0	1.891
50.1	4.655	81.384	11.115	0.861	11.976	0	1.985
50.2	4.551	81.387	11.115	0.861	11.977	0	2.085
50.3	4.453	81.39	11.116	0.861	11.977	0	2.18
50.4	4.36	81.393	11.116	0.861	11.977	0	2.27
50.5	4.278	81.395	11.116	0.861	11.978	0	2.35
50.6	4.185	81.398	11.117	0.864	11.981	0	2.436
50.7	4.074	81.401	11.117	0.865	11.982	0	2.543
50.8	3.963	81.404	11.117	0.865	11.982	0	2.631
50.9	3.902	81.406	11.117	0.865	11.982	0	2.709
51	3.803	81.409	11.118	0.865	11.983	0	2.806
51.1	3.708	81.412	11.118	0.865	11.983	0	2.897
51.2	3.588	81.414	11.118	0.865	11.983	0	3.015
51.3	3.467	81.417	11.118	0.865	11.983	0	3.133
51.4	3.368	81.419	11.119	0.865	11.983	0	3.23
51.5	3.28	81.421	11.119	0.865	11.984	0	3.315
51.6	3.183	81.423	11.119	0.865	11.984	0	3.409
51.7	3.083	81.426	11.119	0.865	11.984	0	3.507
51.8	2.998	81.428	11.119	0.865	11.984	0	3.589
51.9	2.903	81.43	11.119	0.865	11.985	0	3.682
52	2.8	81.432	11.12	0.865	11.985	0	3.784
52.1	2.698	81.434	11.12	0.865	11.985	0	3.883
52.2	2.603	81.435	11.12	0.865	11.985	0	3.977
52.3	2.488	81.437	11.12	0.865	11.985	0	4.092
52.4	2.375	81.439	11.12	0.865	11.985	0	4.201
52.5	2.249	81.441	11.12	0.865	11.985	0	4.325
52.6	2.137	81.442	11.12	0.865	11.986	0	4.435
52.7	2.03	81.444	11.12	0.865	11.986	0	4.541
52.8	1.937	81.445	11.12	0.865	11.986	0	4.633
52.9	1.82	81.446	11.12	0.866	11.986	0	4.746
53	1.715	81.447	11.12	0.866	11.986	0	4.851
53.1	1.607	81.449	11.12	0.866	11.986	0	4.956
53.2	1.502	81.45	11.121	0.866	11.986	0	5.062
53.3	1.405	81.451	11.121	0.866	11.986	0	5.158
53.4	1.294	81.452	11.121	0.866	11.986	0	5.289
53.5	1.205	81.452	11.121	0.866	11.986	0	5.357
53.6	1.088	81.453	11.121	0.866	11.986	0	5.473
53.7	0.98	81.454	11.121	0.866	11.986	0	5.58
53.8	0.84	81.455	11.121	0.866	11.986	0	5.719
53.9	0.735	81.455	11.121	0.866	11.986	0	5.824
54	0.616	81.456	11.121	0.866	11.986	0	5.941



Программа работ «Создание региональной сети опорных геолого-геофизических профилей с целью изучения геологического строения, структуры и оценки перспектив нефтегазоносности осадочных бассейнов Охотского моря»

Оценка экологических рисков и математическое моделирование распространения разливов судового топлива в морской среде

54.1	0.504	81.456	11.121	0.866	11.986	0	6.054
54.2	0.376	81.457	11.121	0.866	11.986	0	6.181
54.3	0.282	81.457	11.121	0.866	11.986	0	6.275
54.4	0.165	81.457	11.121	0.866	11.986	0	6.392
54.5	0.105	81.457	11.121	0.866	11.986	0	6.452
54.6	0.053	81.457	11.121	0.866	11.986	0	6.503
54.7	0.023	81.457	11.121	0.866	11.986	0	6.533
54.8	0.003	81.457	11.121	0.866	11.986	0	6.553
54.9	0.002	81.457	11.121	0.866	11.986	0	6.554
55	0	81.457	11.121	0.866	11.986	0	6.556



8 ВЫВОДЫ

При анализе результатов моделирования аварийных разливов в основу был положен методологический подход, подробно изложенный в разделах 2, 3 и приложении 1. Полученные результаты позволяют сделать следующие выводы.

1. При разливе из т.1 зона попадания маркеров (Рис.7.1.2.) занимает вытянутую вдоль восточного побережья Сахалина С-образную область длиной около 750 км и шириной около 100км и не выходит за пределы области от мыса Анива на юге до мыса Елизаветы на севере. В 1-час размер области около 25км от точки разлива и вероятность выхода за границы этой зоны меньше 10^{-5} , в первые 10час он достигает 30 км и происходит контакт с береговой линией в наиболее близкой к точке разлива области несколько южнее ГПЗ «Восточный», в первые 30час область расширяется, радиус достигает 65 км, через 100час область распространения маркеров простирается от Соболиного на юге до Катангли на севере с радиусом около 120км, через 720час область распространения маркеров простирается от широты Корсакова на юге до мыса Елизаветы на севере с радиусом около 350 км, при этом в залив Терпения и/или залив Анива маркеры не попадают (Рис.7.1.2.-7.1.13.). Наиболее вероятно загрязняется область ГПЗ «Восточный» и с меньшей вероятностью южная оконечность ГПЗ «Поронайский» в районе восточного берега м.Терпения. Протяженность загрязненной береговой линии равна около 350 км от м.Терпения до Катангли. Область берега от Соболиного до Катангли достигается за время 90 час и меньше. Время достижения широты Корсакова на юге и м. Елизаветы на севере составляет около 1000 час.
2. При разливе из т.2 зона попадания маркеров (Рис.7.1.14. 7.1.25.) локализуется в основном в пределах залива Терпения, хотя на юге она может достигать о.Кунашир и приближаться к о.Хоккайдо с длиной около 600 км и шириной около 200км. В первые 50 часов зона попадания маркеров занимает область с диаметром около 80км от Долинска до Макарова и вероятность выхода за границы этой зоны меньше 10^{-5} . В первые 100 часов зона попадания маркеров имеет форму полукруга и занимает область длиной около 250 км и шириной 150км и, простирается от Макарова на севере до Корсакова на юге с вероятностью выхода за границы этой зоны меньше 10^{-4} . В течении 720 часов маркеры попадают в залив Анива на западе, достигают о-ва Кунашир на юге и восточного побережья п-ва Терпения (Рис.7.1.14-7.1.25.). При этом под воздействием оказываются ГПЗ «Поронайский», «Долинский» и «Островной» (Рис.7.1.24.). Времена достижения ГПЗ «Поронайский» около 430 час, «Долинский» около 50час, «Островной» больше 900 час (Рис.7.1.24 - 7.1.25.).
3. При разливе из т.3 (Рис.7.1.26. 7.1.37.) зона попадания маркеров в основном повторяет форму зоны при разливе из точки 2. Пятно находится в пределах залива Терпения, хотя на юге она может достигать о.Кунашир и о.Хоккайдо с длиной около 600 км и шириной около 200км. Основное отличие в том, что на юге маркеры достигают о-ва Хоккайдо, т.е. происходит трансграничный перенос. В первые 100 часов зона попадания маркеров имеет форму полукруга и занимает область длиной около 250 км и шириной 150 км и, простирается от Макарова на севере до Корсакова на юге, т.е. фактически повторяет форму при разливе из точки 2. В течении 720 часов маркеры попадают существенно глубже в залив Анива на западе и заходит дальше на север восточного побережья п-ва Терпения, достигают о-вов Хоккайдо и Кунашир на юге (Рис. 7.1.26. - 7.1.37.). Как в случае с точкой 2 под воздействием оказываются ГПЗ «Поронайский», «Долинский» и «Островной» (Рис.7.1.33.). Времена достижения ГПЗ «Поронайский» около 570 час, ГПЗ «Долинский» около 15 час, ГПЗ «Островной» и о-ва Хоккайдо порядка 700 час (Рис.7.1.36-7.1.37.).
4. При разливе из т.4 маркеры (Рис. 7.1.38. - 7.1.49.) в основном распространяются от о-ва Хоккайдо вдоль Курильских о-вов Кунашир и Итуруп и достигают его восточной границы. На севере маркеры достигают широты Долинска. Длина зоны около 500 км и ширина около 400 км. В данном случае маркеры проникают за линию южнее Курильской гряды примерно на расстояние 25 0км. В первые 100 часов зона попадания маркеров занимает область с диаметром около 180 км от Кунашира до Итурупа. (Рис.7.1.38-7.1.49.) и вероятность выхода



Оценка экологических рисков и математическое моделирование распространения разливов судового топлива в морской среде

- за границы этой зоны меньше 10^{-5} . В течении 720 часов маркеры попадают существенно глубже за Крильскую гряду на 250 км. Происходит трансграничный перенос и длина берега о-ва Хокайдо до которой достигают маркеры около 200 км. Под воздействием оказываются ГПЗ «Островной» и ГПЗ «Курильский». Времена достижения ГПЗ «Островной» меньше 60 час, ГПЗ «Курильский» около 220 час, о-ва Хокайдо порядка 300 час (Рис.7.1.38-7.1.49.).
5. При анализе траекторий при разливе из т.1-4 нужно особенно подчеркнуть, что этот анализ относится к движению нейтральных маркеров, не подвергающихся выветриванию.
 6. Расчетные положения пятна дизельного топлива на разные моменты времени выпущенного из точки 1 для 1-й траектории приведены на Рис.7.2.1.-7.2.2. Результаты расчетов выветривания аварийного разлива дизельного топлива при движении по 1 траектории из т.1 при сбросе 113.1т ДТ (объем 136.24м³) приведены в Таблицах 7.2.1.-7.2.2. Как видно из приведенных данных в рассматриваемых условиях при движении по 1-й траектории из т.1 пятно первоначально движется в северном направлении, а затем в восточном и уходит вглубь Охотского моря примерно на 400км (Рис. 7.2.1. – 7.2.2.) и берега не достигает. При этом около 87% (98,4т) испаряется, 11,4% (12,9т) уходит в диспергированном виде в воду, 1,4% (1,6т) переходит в воду за счет гравитационного осаждения. Максимальное значение площади разлива в пределах толщины 1км около 4, 1км². Необходимо отметить, что состав углеводородов принятый для моделирования приближается по своим характеристикам к летнему дизельному топливу (Таблица 6.1.).
 7. Расчетные положения пятна дизельного топлива на разные моменты времени выпущенного из точки 1 для 2-й траектории приведены на Рис.7.2.3.-7.2.5., а характеристики выветривания даны в таблицах 7.2.3-7.2.4. Как видно из приведенных данных в рассматриваемых условиях при движении по 2-й траектории пятно движется в основном в южном направлении и достигает п-ва Терпения, так, что через 234 час оно попадает на берег. При этом около 86,4% (97,7т) испаряется, 9,6%(10,9т) уходит в диспергированном виде в воду, 1,2%(1,3т) переходит в воду за счет гравитационного осаждения, 2,7% (3,1т) попадает на берег в южной части восточного берега п-ва Терпения. Максимальное значение площади разлива в пределах толщины 1км около 4,5км². Для оценки длины загрязненной береговой линии рассмотрим Рис.7.2.5. Из него следует что ДТ попало в 2 ячейки с длиной стороны 16 км у каждой ячейки. В то же время из Таблицы 7.2.3. следует что на берег попало 3.1 т ДТ. Считаем, что при попадании 2 т загрязняется береговая линия протяженностью около 1км. Т.о. в рассматриваемом случае длина загрязненной береговой линии будет около 1.5 км.
 8. Как было сказано при проведении траекторного анализа (с нейтральными маркерами) при разливе из точки 1 наиболее вероятно поражается область ГПЗ «Восточный» и с меньшей вероятностью ГПЗ «Поронайский» в районе восточного берега п-ва Терпения. Остальные ООПТ в этом случае не затрагиваются. Поскольку время достижения ГПЗ «Восточный» около 90час, то в соответствие с таблицами выветривания 7.2.1.-7.2.2. туда может попасть не больше 7т дизельного топлива. Поскольку время достижения ГПЗ «Поронайский» в районе северной границы восточного берега п-ва Терпения около 120час, то в соответствие с таблицами выветривания 7.2.1.-7.2.2. туда может попасть не больше 4 т дизельного топлива.
 9. Расчетные положения пятна дизельного топлива на разные моменты времени выпущенного из точки 2 для 1-й траектории приведены на Рис.7.2.6.-7.2.8, а характеристики выветривания даны в таблицах 7.2.5-7.2.6. Как видно из приведенных данных в рассматриваемых условиях при движении по 1-й траектории пятно движется в юг-юго-восточном направлении (Рис. 7.2.6. -7.2.8), так, что через 950 час оно попадает на берег о-ва Кунашир. При этом около 94,4% (106,7 т) испаряется, 2,4% (2,7т) уходит в диспергированном виде в воду, 1,6% (1,8 т) переходит в воду за счет гравитационного осаждения и 1,5% (1,7т) попадает на берег. Максимальное значение площади разлива в пределах толщины 1 км около 4,3 км². Для оценки длины загрязненной береговой линии рассмотрим Рис.7.2.8. Из него следует что ДТ попало в 1 ячейку с длиной стороны 16 км. В то же время из Таблицы 7.2.5. следует что на берег попало 1.7т ДТ. Считаем, что при попадании 2 т загрязняется береговая линия



Оценка экологических рисков и математическое моделирование распространения разливов судового топлива в морской среде

- протяженностью около 1 км. Т.о. в рассматриваемом случае длина загрязненной береговой линии будет меньше 1 км.
10. Расчетные положения пятна дизельного топлива на разные моменты времени выпущенного из точки 2 для 2-й траектории приведены на Рис.7.2.9.-7.2.12, а характеристики выветривания даны в таблицах 7.2.7-7.2.8. Как видно из приведенных данных в рассматриваемых условиях при движении по 2-й траектории пятно движется в северном направлении (Рис.7.2.9 -7.2.12), так, что через 25 час оно попадает на берег в районе Макарова. При этом около 79,5% (89,9т) испаряется, 12,1%(13,7т) уходит в диспергированном виде в воду, 0,7% (0,8т) переходит в воду за счет гравитационного осаждения и 7,6% (8,6т) попадает на берег. Максимальное значение площади разлива в пределах толщины 1 мкм около 3,2 км². Для оценки длины загрязненной береговой линии рассмотрим Рис.7.2.8. Из него следует что ДТ попало в 1 ячейку с длиной стороны 16 км. В то же время из Таблицы 7.2.7. следует что на берег попало 8,7 т ДТ. Считаем, что при попадании 2 т загрязняется береговая линия протяженностью около 1 км. Т.о. в рассматриваемом случае длина загрязненной береговой линии будет около 4 км.
 11. Как было сказано при проведении траекторного анализа (с нейтральными маркерами) при разливе из точки 2 наиболее вероятно под воздействием оказываются ГПЗ «Поронайский» и «Долинский» и менее вероятно ГПЗ «Островной» (Рис.7.1.24.). Времена достижения ГПЗ «Поронайский» около 430час, «Долинский» около 50час, «Островной» больше 900час (Рис.7.1.24 - 7.1.25.). Остальные ОЮПТ в этом случае не затрагиваются. Поскольку время достижения ГПЗ «Поронайский» около 430час, то в соответствие с таблицами выветривания 7.2.5.-7.2.6. туда может попасть не больше 6 т дизельного топлива. Поскольку время достижения ГПЗ «Долинский» около 70час, то в соответствие с таблицами выветривания 7.2.5.-7.2.6. туда может попасть не больше 20т дизельного топлива. Поскольку время достижения ГПЗ «Островной» больше 900час, то в соответствие с таблицами выветривания 7.2.5.-7.2.6. туда может попасть не больше нескольких килограмм дизельного топлива.
 12. Расчетные положения пятна дизельного топлива на разные моменты времени выпущенного из точки 3 для 1-й траектории приведены на Рис.7.2.13.-7.2.15, а характеристики выветривания даны в таблицах 7.2.9.-7.2.10. Как видно из приведенных данных в рассматриваемых условиях при движении по 1-й траектории пятно движется сначала в восточном, а потом в южном направлении (Рис.7.2.13. - 7.2.15.), так, что через 830час оно попадает на берег о-ва Кунашир. При этом около 94,3% (106,6т) испаряется, 2,8%(3,2т) уходит в диспергированном виде в воду, 1,7% (1,9т) переходит из пятна в воду за счет гравитационного осаждения и 1,2% (1,3т) попадает на берег. Максимальное значение площади разлива в пределах толщины 1мкм около 4,3км². Для оценки длины загрязненной береговой линии рассмотрим Рис.7.2.15. Из него следует что ДТ попало в 1 ячейку с длиной стороны 16 км. В то же время из Таблицы 7.2.9. следует что на берег попало 1,3 т ДТ. Считаем, что при попадании 2 т загрязняется длина берега протяженностью около 1 км. Т.о. в рассматриваемом случае длина загрязненной береговой линии будет около 700 м.
 13. Расчетные положения пятна дизельного топлива на разные моменты времени выпущенного из точки 3 для 2-й траектории приведены на Рис.7.2.16.-7.2.18., а характеристики выветривания даны в таблицах 7.2.11.-7.2.12. Как видно из приведенных данных в рассматриваемых условиях при движении по 2-й траектории пятно движется в северо-восточном направлении (Рис.7.2.16.-7.2.18.), так, что через 155 час оно попадает на берег. При этом около 84,0% (95,0 т) испаряется, 13,1%(14,8т) уходит в диспергированном виде в воду, 1,3% (1,5т) переходит из пятна в воду за счет гравитационного осаждения и 1,5% (1,7т) попадает на берег. Максимальное значение площади разлива в пределах толщины 1мкм около 3,8км². Для оценки длины загрязненной береговой линии рассмотрим Рис.7.2.15. Из него следует что ДТ попало в 2 ячейки с длиной стороны 16 км. В то же время из Таблицы 7.2.9. следует что на берег попало 1,7 т ДТ. Считаем, что при попадании 2 т загрязняется береговая



Оценка экологических рисков и математическое моделирование распространения разливов судового топлива в морской среде

- линия протяженностью около 1 км. Т.о. в рассматриваемом случае длина загрязненной береговой линии будет около 850 м.
14. Как было сказано при проведении траекторного анализа (с нейтральными маркерами) при разливе из точки 3 наиболее вероятно под воздействием оказываются ГПЗ «Поронайский», «Долинский» и «Островной» (Рис.7.1.33.). Времена достижения ГПЗ «Поронайский» около 570час, ГПЗ «Долинский» около 15час, ГПЗ «Островной» и о-ва Хокайдо порядка 700час (Рис.7.1.36-7.1.37.). Остальные ООПТ в этом случае не затрагиваются. Поскольку время достижения ГПЗ «Поронайский» около 570час, то в соответствии с таблицами выветривания 7.2.9.-7.2.10. туда может попасть не больше 3т дизельного топлива. Поскольку время достижения ГПЗ «Долинский» около 50 час, то в соответствии с таблицами выветривания 7.2.9.-7.2.10. туда может попасть не больше 20 т дизельного топлива. Поскольку время достижения ГПЗ «Островной» больше 700час, то в соответствии с таблицами выветривания 7.2.9.-7.2.10. туда может попасть не больше 2т.
 15. Расчетные положения пятна дизельного топлива на разные моменты времени, выпущенного из точки 4 для 1-й траектории приведены на Рис.7.2.19.-7.2.21. а характеристики выветривания даны в таблицах 7.2.11. - 7.2.12. Как видно из приведенных данных в рассматриваемых условиях при движении по 1-й траектории пятно движется в северном и восточном направлениях (Рис.7.2.19. -7.2.21.), так, что через 770 час оно попадает на берег о.Уруп. При этом около 86,9% (98,3т) испаряется, 11,3%(12,8т) уходит в диспергированном виде в воду, 1,4% (1,5т) переходит в воду за счет гравитационного осаждения и 0,4% (0,4т) попадает на берег. Максимальное значение площади разлива в пределах толщины 1 мкм около 4,2 км². Для оценки длины загрязненной береговой линии рассмотрим Рис.7.2.21. Из него следует что ДТ попало в 1 ячейку с длиной стороны 16 км. В то же время из Таблицы 7.2.9. следует что на берег попало 0,5 т ДТ. Считаем, что при попадании 2 т загрязняется береговая линия протяженностью около 1км. Т.о. в рассматриваемом случае длина загрязненной береговой линии будет около 250 м.
 16. Расчетные положения пятна дизельного топлива на разные моменты времени выпущенного из точки 4 для 2-й траектории приведены на Рис.7.2.22.-7.2.24, а характеристики выветривания даны в таблицах 7.2.15-7.2.16. Как видно из приведенных данных в рассматриваемых условиях при движении по 2-й траектории пятно движется в южном направлении (Рис.7.2.22.-7.2.24.), так, что через 56 час оно попадает на берег. При этом около 81,5% (92,1т) испаряется, 11,1%(12,5т) уходит в диспергированном виде в воду, 0,8% (0,9т) переходит из пятна в воду за счет гравитационного осаждения и 6,5% (7,4т) попадает на берег. Максимальное значение площади разлива в пределах толщины 1мкм около 3, 97км². Для оценки длины загрязненной береговой линии рассмотрим Рис.7.2.24. Из него следует что ДТ попало в 1 ячейку с длиной стороны 16 км. В то же время из Таблицы 7.2.15. следует что на берег попало 7,5 т ДТ. Считаем, что при попадании 2 т загрязняется береговая линия протяженностью около 1 км. Т.о. в рассматриваемом случае длина загрязненной береговой линии будет около 4 км.
 17. Как было сказано при проведении траекторного анализа (с нейтральными маркерами) при разливе из точки 4 наиболее вероятно под воздействием оказываются ГПЗ «Островной» и ГПЗ «Курильский». Времена достижения ГПЗ «Островной» около 60час, ГПЗ «Курильский» около 220час (Рис.7.1.38-7.1.49.). Остальные ООПТ в этом случае не затрагиваются. Поскольку время достижения ГПЗ «Островной» около 60час, то в соответствии с таблицами выветривания 7.2.13.-7.2.14. туда может попасть не больше 6т. Поскольку время достижения ГПЗ «Курильское» около 220час, то в соответствии с таблицами выветривания 7.2.13.-7.2.14. туда может попасть не больше 3т дизельного топлива.



Оценка экологических рисков и математическое моделирование распространения разливов судового топлива в морской среде

ПРИЛОЖЕНИЕ 1. ОПИСАНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ «ЭКО-РИСК»

П 1.1. Математическая формулировка модели нефтяного разлива

Наиболее полное математическое описание растекания нефтяных разливов базируется на уравнениях динамики тонких пленок, формулируемых для усредненных по толщине пленки параметрах процесса [28,59,60]. В работе [64] показано, что если пренебречь силами инерции (членами с конвективной нелинейностью в уравнениях теории мелкой воды)⁴, то уравнения этой модели могут быть существенно упрощены, и изменение толщины нефтяной пленки H в процессе ее растекания по поверхности водоема может быть описано с помощью двумерного уравнения переноса и диффузии

$$\frac{\partial H}{\partial t} + \frac{\partial(Hu)}{\partial x} + \frac{\partial(Hv)}{\partial y} - \frac{\partial}{\partial x} \left(D \frac{\partial H}{\partial x} \right) - \frac{\partial}{\partial y} \left(D \frac{\partial H}{\partial y} \right) = \frac{\dot{m}}{\rho_0} \quad (\text{П 1.1})$$

с нелинейным коэффициентом диффузии

$$D = gH^2(\rho - \rho_0) / \rho_0(\rho \cdot f) + 2\sigma H^2 / (H_{\text{max}}^2 \cdot f),$$

зависящим от толщины пленки. Здесь g – ускорение свободного падения, ρ и ρ_0 – плотность нефти и воды под нефтью, $f=10^{-5} \div 2 \cdot 10^{-2}$, кг/(м²с), – эмпирический коэффициент трения пленки нефти о подстилающую водную поверхность. Первое слагаемое в этом выражении отвечает за растекание под действием сил давления и трения, а второе учитывает силы поверхностного натяжения. При этом вектор $\vec{v} = (u_x + 0.03W_x, u_y + 0.03W_y)$ в уравнении (П 1.1) интерпретируется как скорость адвективного переноса нефти, вызванного движением воды под нефтью и атмосферным ветровым воздействием. \dot{m} / ρ_0 – характеризует все источники и стоки за счет испарения, диспергирования, эмульсификации, фотоокисления и т.п.

В рассматриваемом подходе все процессы растекания описываются в виде нелинейного диффузионного члена, вид которого следует из уравнений «мелкой воды». Почему такое приближение формально подходит для описания процесса растекания нефтяного разлива? Это обусловлено свойством нелинейного уравнения диффузии (П 1.1), в котором фронт волны (граница разлива) распространяется с конечной скоростью. Покажем это на примере осесимметричной задачи диффузии:

$$\frac{\partial H}{\partial t} = \frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} \left(D \frac{\partial H}{\partial r} \right) \quad (\text{П 1.2})$$

с коэффициентом

⁴ На практике это предположение практически всегда выполняется (за исключением, возможно, самой начальной стадии растекания пленки)



Оценка экологических рисков и математическое моделирование распространения разливов судового топлива в морской среде

$$D[m^2/c] = gH^2(\rho - \rho_0) \cdot \rho_0 / (\rho \cdot f) \equiv aH^2,$$

$$a[1/c] = g(\rho - \rho_0) \cdot \rho_0 / (\rho \cdot f)$$

Можно показать, что решение такой задачи представляется в следующем виде:

$$H[m] = \left(\frac{V}{at}\right)^{1/3} \times \frac{\xi_0}{6^{1/2}} \left(1 - \frac{\xi^2}{\xi_0^2}\right)^{1/2}, \quad r_\phi = \xi_0 (aV^2 t)^{1/6},$$

$$\xi = \frac{r}{(aV^2 t)^{1/6}}, \quad \xi_0 = \left(\frac{4 \times 6^{1/2}}{6\pi}\right)^{1/3}.$$

(П 1.3)

где $V[m^3]$ объем нефтяного разлива, $r_\phi = \xi_0 (aV^2 t)^{1/6}$ радиус нефтяного разлива.

Модель Фэй для растекания. Наиболее подробно с физико-гидродинамической точки зрения процесс растекания рассмотрел Дж. Фэй [44-49], который установил, что в процессе растекания нефтяного пятна, на поверхности воды можно условно выделить три стадии: гравитационно-инерционную, гравитационно-вязкую и стадию поверхностного натяжения и вязкости. Для каждой стадии найдены приближенные выражения, определяющие зависимость радиуса пятна от времени.

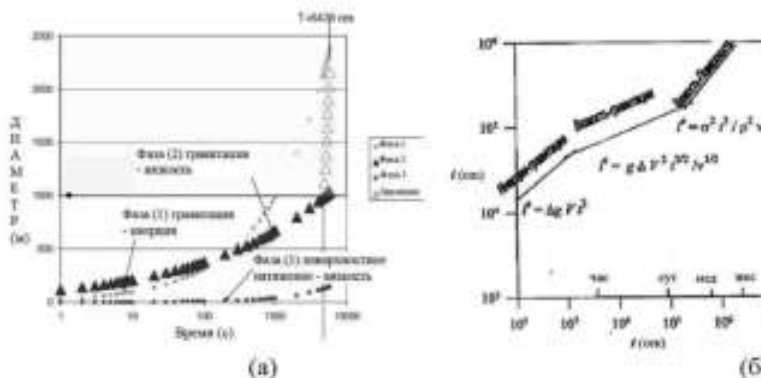


Рис. П 1.1. Относительная роль (а) и продолжительность (б) фаз при растекании нефти

Первая стадия продолжается меньше 1 часа. Преобладающие силы на этой стадии - силы гравитации и инерции (Рис. П 1.1.):

инерция \approx градиент давления

$$\rho \ddot{r} \approx \nabla P \Rightarrow \frac{\rho R}{t^2} \approx \Delta \rho \cdot g \cdot H \times \frac{\partial H}{\partial t} \approx \Delta \rho \cdot g \frac{V}{R^2} \times \frac{1}{R}$$

(П 1.4)

из него следует:

$$R = K_{gr} (\Delta g \cdot t^2 \cdot V)^{1/4}$$

(П 1.5)

где R - радиус пятна, K_{gr} - эмпирический коэффициент, V - начальный объем разлитой нефти (m^3), t - время с момента разлива (сек), $\Delta g = \frac{\rho_s - \rho_0}{\rho_s} g$, g - ускорение свободного падения (m/sec^2).



Оценка экологических рисков и математическое моделирование распространения разливов судового топлива в морской среде

Вторая стадия длится примерно сутки - двое с начала разлива. Преобладающие силы на этой стадии - силы гравитации и вязкости (Рис. 1), т.е. формулу для этой стадии можно получить на основании баланса этих сил (32):

$$\text{вязкость} \approx \text{градиент давления}$$

$$\rho \nu \Delta \dot{\epsilon} \approx \nabla P \Rightarrow \rho \nu \frac{R}{t} \frac{1}{\delta \times h} \approx \frac{\Delta \rho \cdot g \cdot V}{R^2} \times \frac{1}{R} \quad (\text{II 1.6})$$

$$R^4 = \frac{\Delta g \cdot V^2 \cdot t^{3/2}}{\nu^{1/2}} \frac{\delta}{(v \cdot t)^{1/2}}$$

оценивая толщину пограничного слоя $\delta \approx (v \cdot t)^{1/2}$, получаем:

$$R = K_{sv} \left(\frac{\Delta g \cdot V^2 \cdot t^{3/2}}{\nu^{1/2}} \right)^{1/4} \quad (\text{II 1.7})$$

где K_{sv} – эмпирический коэффициент, ν – коэффициент кинематической вязкости нефти ($\text{м}^2 / \text{сек}$).

Третья стадия длится после второй. Преобладающие силы на этой стадии - силы поверхностного натяжения и вязкости (Рис. 1):

$$\text{вязкость} \approx \text{поверхностное натяжение}$$

$$\rho \nu \Delta \dot{\epsilon} \approx \frac{\sigma}{V} \Rightarrow \rho \nu \frac{R}{t} \frac{1}{\delta \times h} \approx \frac{\sigma R}{V} \Rightarrow \rho \nu \frac{R^2}{t} \frac{1}{\delta \times h \times R^2} \approx \frac{\sigma R}{V} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \rho \nu \frac{R^3}{t} \frac{1}{\delta \times V} \approx \frac{\sigma R}{V} \Rightarrow \rho \nu \frac{R^3}{t} \frac{1}{\delta} \approx \sigma R \Rightarrow \rho \nu \frac{R^2}{t} \frac{1}{\delta} \approx \sigma R^2 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow R^4 \approx \frac{\sigma t}{\rho \nu} \delta R^2 \approx \frac{\sigma t}{\rho \nu} \frac{\sigma t^2}{\rho} \approx \frac{\sigma^2 t^2}{\rho^2 \nu}$$

$$R \approx K_{sv} \left(\frac{\sigma^2 t^2}{\rho^2 \nu} \right)^{1/4} \quad (\text{II 1.9})$$

где K_{sv} – эмпирический коэффициент, σ (мН/м) – коэффициент поверхностного натяжения (как следует из таблицы 6 во многих случаях коэффициент поверхностного натяжения поверхности вода-нефть близок к соответствующему коэффициенту поверхности вода-воздух). Сравнение радиуса по формуле Фэя (II 1.7) и по формуле (II 1.3) при параметрах показанных в Таблице 1 приведено на Рис.3. Сводка формул Фэя приведена в таблице 3.



Схема эмпирических рисков и математическое моделирование распространения разлива судового топлива в морской среде

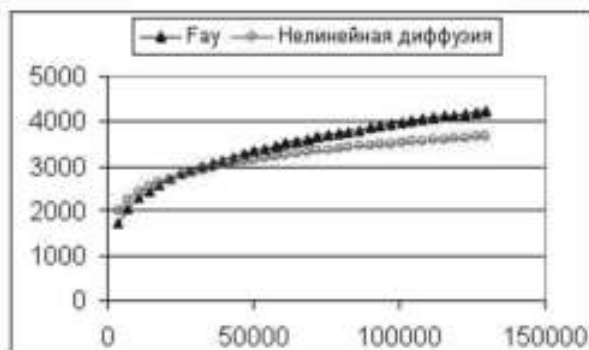


Рис. П 1.2. Сравнение радиуса по формуле Фэя (П 1.7) и по формуле (П 1.3) при параметрах показанных в Таблице 1.

Таблица П 1.1.

Параметры нефтяного разлива, используемые в сравнении

$V [м^3]$	$g [м/с^2]$	$\rho_w [кг/м^3]$	$\rho_o [кг/м^3]$	$g' [м/с^2]$
100 000	9,81	1023	808	2,06173
$\nu [м^2/с]$	$\sigma [Н/м]$	$\xi_0 [б/р]$	$f \left[\frac{кг}{м^3 \cdot сек} \right]$	$a [1/с]$
0,000008	0,0187	0,804041	0,0003	7030500

Таблица П 1.2.

Обозначение и примерное значение величин для формул Фэя

Название	Обозначение	Единицы	Комментарий
время	t	Сек	
Объем разлитой нефти	V	м ³	
ускорение силы тяжести	$g = 9.8$	м/с ²	
плотность морской воды	$\rho_w = 1024$	кг/м ³	
плотность нефти	$\rho_o = 860$	кг/м ³	
редуцированное ускорение силы тяжести	$\Delta g = \frac{\rho_w - \rho_o}{\rho_w} g = 1.56$	м/с ²	В знаменателе плотность воды!
кинематическая вязкость [1сСт = 10 ⁻⁶ (м ² /сек)]	$\nu = 8 \cdot 10^{-6}$	м ² /сек	
коэффициент поверхностного натяжения	$\sigma = 18.7 \cdot 10^{-3}$	Н/м	Обычно измеряется в мН/м = 10 ⁻³ Н/м



Оценка экологических рисков и математическое моделирование распространения разливов судового топлива в морской среде

Таблица П 1.3.
Сводка формул Фэй

Фаза	формула	Коэф-фициент	Обоз-начение коэф-фициентов
Инерция - гравитация	$R = K_{gr}(\Delta g \cdot t^2 \cdot V)^{1/4}$	1.14	K_{gr}
Гравитация - вязкость	$R = K_{gv} \left(\frac{\Delta g \cdot V^2 \cdot t^{3/2}}{\nu^{3/2}} \right)^{1/8}$	0.98	K_{gv}
Вязкость – поверхностное натяжение	$R \approx K_{rv} \left(\frac{\sigma^2 \cdot t^3}{\rho_w^2 \cdot \nu_w} \right)^{1/4}$	1.6	K_{rv}

Формулы Маккея для площади растекания. Маккей [55-59] разработал модель тонкого и толстого slick. Толстый slick занимает небольшую площадь и снабжает тонкий slick, который занимает много большую площадь. Но количество нефти в тонком slick много меньше чем в толстом. Сводка формул Маккея приведена в Таблице 4, в Таблице 5 приведено определение величин, входящих в формулы Маккея, а в таблице 6 дано сравнение различных параметров важных для растекания.

Таблица П 1.4.

Сводка формул Маккея

Уравнение	формула	комментарий
уравнение тонкого slick	$\frac{dA_m}{dt} = K_1 \cdot A_m^{0.33} \cdot \exp\left(-\frac{K_2}{h_m}\right)$	
уравнение толстого slick	$\frac{dA_g}{dt} = K_3 \cdot A_g^{0.33} \cdot h_g^{0.33} - \frac{1}{h_g} \frac{dV_g}{dt}$ или $\frac{dA_g}{dt} = K_3 \cdot A_g^{0.33} \cdot h_g^{0.33} - \frac{h_m}{h_g} \frac{dA_m}{dt}$	
формула толщины толстого slick	$h_g = \frac{V_g}{A_g}$	
формула объема толстого slick	$V_g = V - V_m = V - A_m \cdot h_m \approx V$	т.е. объем толстого slick равен полному объему разлитой нефти за вычетом объема в тонком slick, которым можно пренебречь
формула объема тонкого slick	$V_m = A_m \cdot h_m$	h_m постоянная толщина тонкого slick

Таблица П 1.5.



Оценка экологических рисков и математическое моделирование распространения разливов судового топлива в морской среде

Обозначение и примерное значение величины для формул Максвелла

Название	Обозначение	Величина	Единицы	Комментарий
время	t		Сек	
площадь тонкого слика	A_m		м ²	
площадь толстого слика	A_d		м ²	
объем разлитой нефти	V		м ³	
объем тонкого слика	V_m		м ³	
объем толстого слика	V_d		м ³	
толщина тонкого слика	h_m	10^{-6}	м	Постоянная величина
толщина толстого слика	h_d	$10^{-2} + 10^{-4}$	м	
1-я константа в уравнении для тонкого слика	K_1	1		
2-я константа в уравнении для тонкого слика	K_2	0.0015	м	Размерная, предельная толщина толстого слика, когда прекращается связь с тонким сликом, поскольку последний прекращает расти
константа в уравнении для толстого слика	K_3	150	1/сек	

Таблица П 1.6.

Сравнительные свойства нефти и других жидкостей важные для описания процесса выветривания

Название	Плотность	Динамическая вязкость (20°C)	Кинематическая вязкость (20°C)	Коэффициент поверхностного натяжения
	ρ	μ	ν	σ
	кг/м ³	10^{-3} (Па сек) = 1 сПз	10^{-6} (м ² /сек) = 1сСт	(мН/м) = дин/см
Октан (С8Н18)	698,7	0,62	0,7	21,76
Вода	1000	0,82	0,8	71,2
Дизельное топливо	860	3,01	3,5	Воздух – нефть 26,0 Вода – нефть 28,0
Сырая нефть с месторождения Экофиск (Ekofisk oil)	808	6,46	8	18,7



Оценка экологических рисков и математическое моделирование распространения разливов судового топлива в морской среде

Нефть до выветривания (сырая нефть с месторождения Prudhoe Bay)	900	82,80	92	30
Нефть после выветривания (сырая нефть с месторождения Prudhoe Bay)	914	201,08	220	28
Эмульсифицированная нефть (сырая нефть с месторождения Prudhoe Bay)	992	55552,00	56000	26

Расчет испарения. Запишем уравнение, определяющее изменение массы отдельной фракции за счет испарения с течением времени в следующем виде (57):

$$\frac{dM_i}{dt} = -kA f_i \frac{\mu_i P_i}{R_0 \cdot T_{oil}} \quad (\text{II 1.10})$$

где $t(c)$ - время, $M_i(kz)$ - масса фракции, $A(m^2)$ - площадь нефтяного пятна, ветровой коэффициент $k(m/c)$ определяется по скорости ветра в виде зависимости

$$k = \begin{cases} 0.0018 \cdot W^{0.78} & , W \geq 4 \text{ м/с} \\ 0.005 & , W < 4 \text{ м/с} \end{cases} \quad (\text{II 1.11})$$

молярная доля f_i фракции определяется в виде $f_i = \frac{M_i}{\sum_j M_j}$, $\mu_i(kz)$ - молярная масса,

$R_0 = N_0 \cdot k \approx 8,312 \frac{Дж}{моль \cdot K}$ - универсальная газовая постоянная, T_{oil} - температура нефти в $^{\circ}K$,

$P_i \left(Па = \frac{Дж}{м^3} \right)$ парциальное давление насыщенного пара нефти над разлитой фракцией (определяет

скорость испарения нефти), $P_i = 10^{\frac{\alpha - \beta}{\gamma + t}}$, где t - температура нефти в $^{\circ}C$, $\delta = \frac{101325}{760}$ переводной

коэффициент (из $мм\text{ Hg}$ в $Па$), α, β, γ - коэффициенты, определяющие летучесть фракции (87). Фракционный состав некоторых углеводородов и их характеристики приведены в Таблица II 1.7.

Таблица II 1.7.

Характеристика некоторых углеводородов

² Напомним, 1 моль количества вещества содержит $N_0 \approx 6,022 \cdot 10^{23}$ молекул, молярная масса - масса 1 моля, может быть выражена как в Kz (в СИ) так и z (в СГС), $T^{\circ}K \approx 273,15 + T^{\circ}C$.



Оценка экологических рисков и математическое моделирование распространения разливов судового топлива в морской среде

№ фракции	Описание	Газолин	Дизельное топливо № 2	Нефть № 6 (смазочное масло)	Компоненты аналоги?	Давление насыщенного пара при 25 град. С, доли атм. давления	Плотность	Температура кипения	Молярный вес
Алканы									
1	C5-C6	27	0	0	Пентан C5H12	0.646038288	626.2	34.8	72
2	C6-C8	27	0	0	Гексан C6H14	0.15110925	657.75	69	86
3	C8-C10	16	5	1	Декан C10H22	0.001600179	725.75	174	142
4	C10-C12	12	19	5	Додекан C12H26	0.000267384	743.75	216.3	170
5	C12-C16	0	26	17	Гексадекан C16H34	0.000012487	753.75	286.8	226
6	C16-C21	0	17	26	н-Нонадекан C19H40	0.000002498	970	329.8	268
7	C21-C34	0	3	32	Пентакозан C25H52	0.000000096	801.2	401	352
Ароматическое									
	C7-C8	0	0	0	Толуол C7H8	0.039759052	866	107.8	92
1	C8-C10	6	1	0	Бутилбензол C10H14	0.001256072	820	184.8	134
2	C10-C12	12	6	1	Дифенил C12H10	0.000065426	830	256.8	154
3	C12-C16	0	12	3	Фенантрен C14H10	0.000003857	1065.5	340	178
4	C16-C21	0	9	7	Хризен C18H12 1,4-дифенил бензол C18H14	0.000000000	1270 1234	448	228 230
5	C21-C34	0	2	8	Бензо(б)нафтацен C22H14	0.000000000	1801	>500	278

Диспергирование. Используем алгоритм, предложенный в работе [29], который в работе [27,71] имеет следующий вид

$$\frac{dm}{dt} = -0.4m \exp(-0.5t) \frac{W^2}{W_0^2} \quad (\text{II 1.12})$$



Оценка экологических рисков и математическое моделирование распространения разливов судового топлива в морской среде

здесь t [сут] – время, m [кг] – масса разлива; W [м/с] – скорость ветра, $W_0 = 8,5$ [м/с] – пороговая скорость ветра. Константа 0.4 имеет размерность 1/сут, константа 0.5 также имеет размерность 1/сут.

Перепишем его так:

$$\frac{dm}{dt} = -a \cdot \frac{W^2}{W_0^2} \cdot m \cdot e^{(-bt)} \quad (\text{П 1.13})$$

здесь t [сек] – время, m [кг] – масса разлива; W [м/с] – скорость ветра, $W_0 = 8,5$ [м/с] – пороговая скорость ветра.

$$a = \frac{0.4}{24 \cdot 3600} = 4.62963 \cdot 10^{-6} \left[\frac{1}{\text{сек}} \right], \quad b = \frac{0.5}{24 \cdot 3600} = 5.78704 \cdot 10^{-6} \left[\frac{1}{\text{сек}} \right]$$

Решение уравнения (П 1.2) имеет вид (считаем, что скорость не меняется со временем):

$$\frac{m}{m_0} = e^{-\frac{aW^2}{W_0^2}(t-e^{-bt})} \quad (\text{П 1.14})$$

Во втором подходе используется алгоритм, предложенный в работе (Mackay D. et al., 1980):

$$\frac{dm}{dt} = 0.11m \frac{(1+W)^2}{(1+50\mu^{0.5}H \cdot \sigma)} \quad (\text{П 1.15})$$

здесь t [час] – время, m [кг] – масса разлива; W [м/с] – скорость ветра; H [см] – толщина slicka; μ [сП] – вязкость; σ [дин/см] – поверхностное натяжение. Величина

$$0.11 \frac{(1+W)^2}{(1+50\mu^{0.5}H \cdot \sigma)}$$

имеет размерность 1/час. Это уравнение можно записать:

$$\frac{dm}{dt} = -c \cdot m \quad (\text{П 1.16})$$

где

$$c = \frac{0.11}{3600} \frac{(1+W)^2}{(1+50\mu^{0.5}H \cdot \sigma)} \left[\frac{1}{\text{сек}} \right]$$

Решение уравнения (П 1.5) имеет вид:

$$\frac{m}{m_0} = e^{-ct} \quad (\text{П 1.17})$$

Таблица П 1.8.

Параметры для сравнения формул (П 1.12) и (П 1.13)

μ	$\nu_{\text{св}}$	σ	W
сПз	см	дин/см	м/с



Оценка экологических рисков и математическое моделирование распространения разливов судового топлива в морской среде

3.01	0.5	26	12
------	-----	----	----

Обе формулы (П 1.1),(П 1.4) относятся ко всей массе разлива. Их сравнение приводится в Таблице 7, из которой следует, что до 3,5 сут формулы дают близкие результаты.

Таблица П 1.9. Сравнение формул (П 1.1),(П 1.4)

сутки	m/m0	m/m0
0.04	0.968	0.984
0.29	0.805	0.891
0.54	0.685	0.807
0.79	0.594	0.731
1.04	0.523	0.662
1.29	0.468	0.600
1.54	0.425	0.544
1.79	0.389	0.493
2.04	0.361	0.446
2.29	0.337	0.404
2.54	0.318	0.366
2.79	0.301	0.332
3.04	0.288	0.300
3.29	0.276	0.272
3.54	0.266	0.247
3.79	0.258	0.223

В третьем выражении поток массы капель в воду [кг/с] за счет процесса дисперсии оценивается в следующем виде в соответствии с работой [40].

$$\frac{dm}{dt} = C(oil) \cdot \int_{\delta_{min}}^{\delta_{max}} \int_{\delta_{min}}^{\delta_{max}} f_v \cdot D_{50}^{0.57} \cdot \delta^{0.7} \cdot d\delta \cdot dA \quad (\text{П 1.18})$$

где интегрирование берется по размерам капель [м], в качестве минимального размера капель берется величин

$$\delta_{min} = 5 \cdot 10^{-6} [m] = 5 \mu m$$

а максимальный размер капель рассчитывается по формуле

$$\delta_{max} = 0.363 \cdot (\sigma / \rho_w)^{3/5} (\varepsilon)^{-2/5} f_w [l / sec] = c_1 \frac{W - W_s}{T_w}, c_1 = 0.032 [sec / m], W_s = 5 [m / sec]$$

доля поверхности моря подвергающаяся воздействию обрушающихся ветровых волн, «белых барашков» в единицу времени [1/sec],

$D_{50} [J / m^2] = 0.0034 \rho_w g H_{rms}^2$, H_{rms} – средняя высота волн (m), $H_{rms} \approx 0,7 H_s$, диссипируемая энергия волн. $C(oil)$ эмпирическая константа, зависящая от свойств нефти.

Все приведенные формулы страдают набором недостатков. Во-первых, они не инвариантны относительно преобразования единиц измерения, в частности в них числовые константы



Оценка экологических рисков и математическое моделирование распространения разливов судового топлива в морской среде

комбинируются с размерными выражениями. Во-вторых, первые две формулы записаны для массы всего разлива, т.е. они не локальны. В третьих, они зависят от разных параметров, определяющих свойства нефти. Учитывая эти недостатки можно предположить, что формулы не обладают большой точностью. Общие выводы из приведенных функциональных зависимостей заключаются в следующем: темп дисперсии пропорционален «энергии» поверхности моря, которая определяется скоростью ветра или диссипацией ветровых волн, и обратно пропорциональна вязкости и толщине пленки. В связи с этим рассмотрим аппроксимацию инвариантную относительно преобразования размерности и приближающую выражение (П 1.14) в определенном диапазоне параметров.

$$\frac{dm}{dt} = C(oil) \cdot \int \left[\int_{\delta_{min}}^{\delta_{max}} \left(\frac{f_w \cdot D \cdot \rho}{H \cdot v} \right)^{0.5} H^{0.7} \cdot \delta^{0.7} \cdot d\delta \right] dA \quad (\text{П 1.19})$$

Размерность подынтегрального выражения правильная: $\frac{кг^2}{с} \times \frac{1}{м^2}$, сравнение двух аппроксимаций приведено на следующем графике.

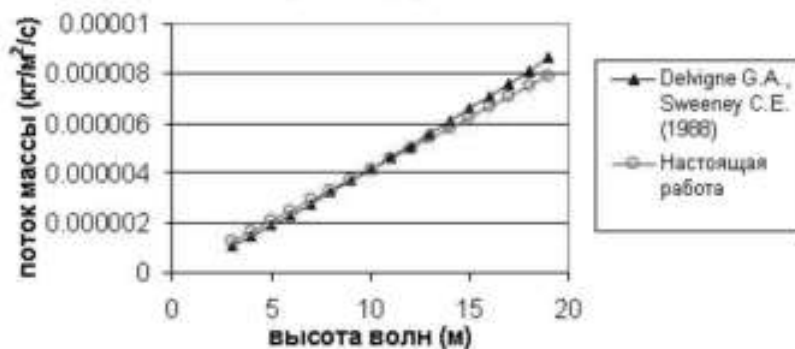


Рис. П 1.3. Сравнение формул (П 1.3.21, $C(oil) = 800$) и (П 1.3.22, $C(oil) = 1,9 \cdot 10^{-6}$)

Таблица П 1.10.

Характерные значения скорости диссипации турбулентной энергии в различных условиях окружающей среды

Условия окружающей среды	Диапазон скорости диссипации турбулентной энергии, ϵ , $[м^2 / с^3]$	Характерное значение скорости диссипации турбулентной энергии, ϵ , $[м^2 / с^3]$
Океан (глубоководное море)	$1E-7 + 1E-5$	$1.00E-07$
Залив	$1E-4 + 1E-3$	$5.00E-04$
Поверхностный слой	$1E-3 + 1E-2$	$5.00E-03$
Зона обрушения ветровых волн	$1 + 1E+1$	$5.00E+00$



Таблица П 1.11.

Характерные значения эмпирической константы $C(oil)$ в различных типах нефти при использовании формул формулы (П 1.18)

Тип нефти	$C(oil)$
PB0	840
PB10	510
Ekofisk	1800

Из трех вариантов, (П 1.12), (П 1.13), (П 1.18) в настоящей работе отдано предпочтение формуле (П 1.12) по следующим причинам. Формула (П 1.18) в силу усложненности менее надежна, а выражение (П 1.13), как представляется, завышает диспергирование на больших временах.

Эмульсификация. Замечания, сделанные в предыдущем параграфе относятся и к рассматриваемому процессу. Были сделаны первоначальные попытки математической формализации теории эмульсификации, хотя при этом либо не учитывались важные процессы, либо не были понятны способы их математического описания. В настоящее время известно, что эмульсификация есть проявление поверхностно – активных свойств полярных углеводородов и асфальтенов. При нехватке ароматических компонент для растворения асфальтенов и полярных углеводородов они осаждаются и стабилизируют капли воды в нефти. Минимальное потребное количество для формирования среднеустойчивой эмульсии составляет 3% от общей массы разлива, для формирования устойчивой необходимо больше 7% асфальтенов.

Эмульсия формируется при выполнении двух условий: наличия указанных компонент и достаточной энергии моря. Первоначально скорость эмульсификации описывалась реакцией первого порядка, которая может быть аппроксимирована логарифмической (или экспоненциальной) кривой. В большинстве моделей эмульсификации используются формулы предложенные в [55-59].

$$\frac{d}{dt} \left(\frac{M_w}{M} \right) = K_s \left(1 - K_b \frac{M_w}{M} \right) \quad (\text{П 1.20})$$

$$\text{где } K_b = 1.33, K_s = 2 \times 10^{-6} (1+W)^2 \left[\frac{1}{\text{сек}} \right]$$

M_w - масса воды поглощенной нефтью, $M = M_{oil} + M_w$ - полная масса разлива, W - скорость ветра (м/с). Предполагается, что газолит, керосин и легкие дизельные топлива не формируют эмульсий с водой. Результирующая вязкость в разливе определяется на основе уравнения Муни [62]:

$$\frac{\mu}{\mu_0} = \exp \left(\frac{2.5 F_w}{(1 - 0.65 F_w)} \right) \quad (\text{П 1.21})$$

Где $F_w = \frac{M_w}{M}$. Влияние испарения на вязкость описывается следующим образом [56]:

$$\mu = \mu_0 \exp(C_4 F_{evap}) \quad (\text{П 1.19})$$

Здесь F_{evap} - доля испарившейся нефти, C_4 – изменяется от 1 до 10. В модели используются $C_4 = 1$ для газолитна, керосина и легких дизельных топлив. $C_4 = 10$ для других видов нефти.



Оценка экологических рисков и математическое моделирование распространения разливов судового топлива в морской среде

II 1.2. Описание программного комплекса «ЭКО-РИСК»

За последние 25 лет модели нефтяных разливов непрерывно развивались от двумерных моделей траекторного типа до трехмерных моделей, включающих процессы переноса и трансформации нефти. Нефтяной разлив на море подвергается многим процессам выветривания; растекание, дрейф, испарение, растворение, дисперсия, эмульсификация, деградация и фотоокисление. Обзор приведен в работах [69,59,77,46].

Всего в мире создано больше 50-ти моделей нефтяных разливов [28]. Наиболее широко известные модели следующие:

«COZOIL» (Coastal Zone Oil Spill Model) (Reed M., Gundlach E., Kana T., 1989),

«OSCAR» [27],

«ЭКО-РИСК», модель ВЦ РАН, изложенная в [86],

«OSMS», разработанная в ГОИН [66,67]

«MOTHY», разработанная в Meteo-France [37,76],

«OSIS», разработанная английской компанией BMT (British Marine Technology) и описанная в [83,73],

«SLROSM», разработанная канадской фирмой SL Ross Environmental Research Ltd.,

«OILTOX», модель Института Проблем Математических Машин и Систем НАН Украины [31],

VOS-RT 1.0 - модель ДВНИГМИ [51-54].

Несмотря на то, что математические модели нефтяных разливов разрабатываются уже достаточно долгое время, процесс их улучшения продолжается. Делаются попытки как можно точнее смоделировать процессы, в которых участвует нефть после разлива. Однако, любая модель – упрощение реальности, и она не может претендовать на абсолютную точность. Способность модели прогнозировать ситуацию должна проверяться на практике как можно чаще – это и будет лучшим доказательством работоспособности модели. Для удобной и оперативной эксплуатации моделей нефтяных разливов создаются программные комплексы, одним из примеров которых является «Эко-Риск». На Рис. II 2.4. представлена общая схема программного обеспечения, обеспечивающего моделирование рассматриваемой ситуации нефтяного разлива. Компоненты схемы могут быть условно разделены на четыре части:

Исходные данные. Сюда относится вся информация, необходимая для запуска модели. Например, физические свойства нефти, данные поведению ветра и течения во время и после разлива.

Моделирующие компоненты. Цепочка программных компонент, выполняющих вычисления.

Выходные данные (результаты расчетов). Представляют собой прогноз относительно поведения нефтяного пятна в будущем. Эти результаты должны быть представлены в форме, удобной для восприятия.

Инструменты для визуализации. Обычно это модули, позволяющие строить графики, диаграммы и т.д. на основании выходных данных (результатов расчетов)



Оценка экологических рисков и математическое моделирование распространения разлива судового топлива в морской среде

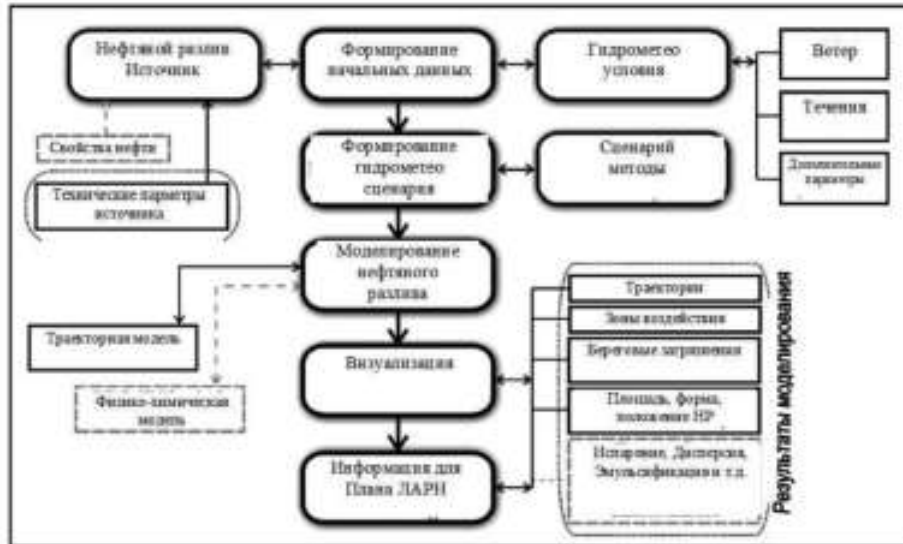


Рис. П 1.4. Компоненты программного комплекса нефтяных разливов



Оценка экологических рисков и математическое моделирование распространения разливов судового топлива в морской среде

ПРИЛОЖЕНИЕ 2. ХАРАКТЕРИСТИКА ГИДРОДИНАМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ И МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕЧЕНИЙ В ОХОТСКОМ МОРЕ

П 2.1. Описание гидродинамических условий Охотского моря

Целью настоящего раздела является получение гидродинамических характеристик течений Охотского моря на основе математических формулировок моделей гидрометеорологических процессов: крупномасштабной длинноволновой гидродинамики для расчета приливов и штормовых нагонов, расчета приземного ветра. Также рассмотрены характеристики информационных массивов, используемых в расчетах и результаты расчетов гидродинамических процессов.

Гидрометеорологические условия. Основными центрами действия атмосферы, обуславливающими сезонные особенности структуры термобарического поля тропосферы над Охотским морем, являются перманентные (алеутская депрессия и северотихоокеанский антициклон) и сезонные центры (азиатский антициклон зимой и дальневосточная депрессия и охотоморский антициклон летом). Холодный период на Охотском море длится от 120—130 сут на юге до 210—220 сут на севере. Охотское море лежит на пути активных циклонов, и зимние условия атмосферной циркуляции благоприятствуют частому установлению сильных и штормовых ветров с метелями и снегопадами, продолжающимися по несколько суток. В теплый период значительной повторяемостью отличается погода с типичными конденсационными формами устойчивой воздушной массы — слоистой облачностью, моросью и чрезвычайно густыми туманами. В целом для Охотского моря средний годовой результирующий теплообмен на поверхности отрицателен. Компенсация потерь тепла морем происходит за счет адвекции вод в его южной части через прол. Лаперуза и тихоокеанских вод через Курильские проливы. Расчеты бюджета тепла поверхности показывают, что в среднем для всей акватории моря наблюдается одинаковая продолжительность как теплого (апрель—сентябрь), так и холодного (октябрь—март) периодов. Среди морей нашей страны это четвертое море по бурности, что связано с интенсивной циклонической деятельностью с конца сентября по апрель. При прохождении глубоких циклонов штормовое волнение наиболее интенсивно развивается с октября по декабрь в северной части моря, а с января по апрель в южной. На всей глубоководной акватории высоты волн могут достигать 8—11 м, а продолжительность жестоких штормов — 2—3 сут. В августе—октябре при выходе тайфунов в юго-восточной и южной частях моря высоты волн могут превышать 8 м в течение 6—18 ч. По суровости ледовых условий Охотское море приближается к арктическим морям. Средняя продолжительность ледового периода в северо-западной части моря составляет 260 сут, в северных районах и у восточного побережья о. Сахалин — 190—200 сут, а на юге моря уменьшается до 110—120 сут. В суровые зимы льдом покрывается до 99 %, а в мягкие зимы — около 65 % всей акватории моря. Характерным для циркуляции, охватывающей всю толщу воды, является преобладание циклонической системы течений, обусловленной циклонической циркуляцией атмосферы над Охотским морем и прилегающей частью Тихого океана. Кроме обширной циклонической циркуляции в центральной части моря, наблюдаются три устойчивых антициклонических круговорота: к западу от южной оконечности п-ова Камчатка, над впадиной ТИНРО и в южном районе Глубоководной котловины. На динамику вод Охотского моря существенное влияние оказывают приливные явления, сопровождающиеся сильными течениями. Приливы связаны со входом приливной волны из Тихого океана и имеют



Оценка экологических рисков и математическое моделирование распространения разливов судового топлива в морской среде

смешанный характер с преобладанием суточной составляющей. Основная масса вод Охотского моря имеет тихоокеанское происхождение. Эти воды поступают через многочисленные проливы между Курильскими островами. Поверхностные воды характеризуются температурой от $-1,8$ до $2,0$ зимой и от 7 до 18°C летом. Соленость вод в открытой части моря составляет около $33\text{--}34\text{‰}$. Летом воды прогреваются до глубин $30\text{--}75$ м. Прогрев не распространяется на всю толщу воды, охлаждающейся в течение зимы, поэтому на подповерхностных горизонтах сохраняется промежуточный слой с отрицательной температурой (до $-1,8^{\circ}\text{C}$). Ниже его находятся более теплые тихоокеанские воды с температурой $2,0\text{--}2,5^{\circ}\text{C}$. Придонные воды в районе максимальных глубин имеют температуру около $1,8$ вС и соленость около 34‰ .

Охотское море характеризуется сложной пространственно-временной изменчивостью циркуляции вод и полей гидрологических характеристик и их вертикального распределения. Это обусловлено совместным действием нескольких факторов: атмосферного влияния, интенсивного водообмена с открытым морем, неоднородных полей скорости приливных течений и т.п. (Леонов, 1960; Морoshкин, 1964; Морoshкин, 1966). Концепция циркуляции моря в районе была разработана на основе динамического метода (Леонов, 1960; Морoshкин, 1964; Морoshкин, 1966) и численного моделирования выполненного для Охотского моря в целом (Козлов, 1972; Зырянов, 1977; Лучин, 1987; Мартынов и Кузин, 1995; Козлов и Макаров, 1996). Кроме Мартынова и Кузин (1995) и Козлов и Макаров (1996) (Рис.1).

К настоящему времени массив данных по инструментальным измерениям течений в целом по Охотскому морю весьма скуден. Согласно сведениям о расположении станций измерения течений в Охотском море, за все предыдущие годы было выполнено всего лишь несколько суточных станций (Гидрометеорология и гидрохимия морей» т. IX Охотское море, вып. 1, 1998). Поэтому некоторое представление об общей циркуляции в заливе можно получить лишь из общих расчетных схем циркуляции вод Охотского моря, опубликованных в научной литературе.

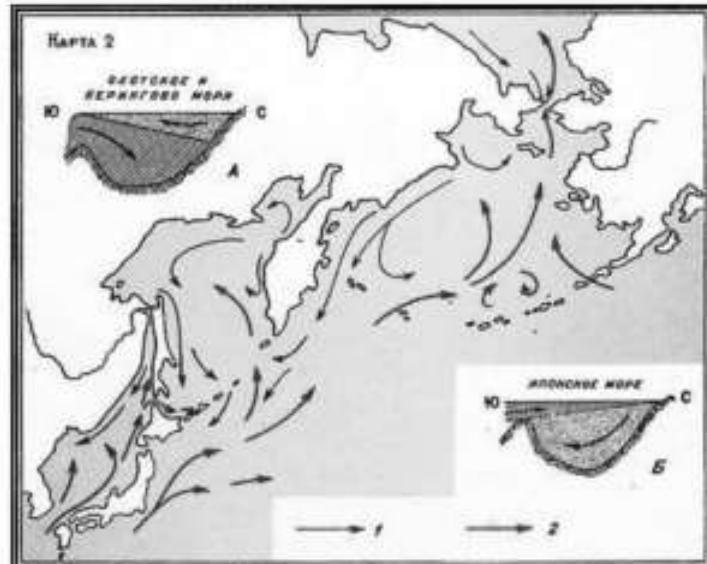
На рис. ПЗ.1. приведены основные схемы циркуляции вод Охотского моря разных авторов, приведенные в работе Верхунова (1997). Основными течениями южной части Охотского моря являются течение Соя из Японского моря вдоль северного берега о. Хоккайдо и далее вдоль южных Курильских о-вов, а также южная ветвь направленного с севера на юг Восточно-Сахалинского течения к востоку от зал. Анива. Еще восточнее, между этими потоками существует область разнонаправленных вихревых течений.

Течение Соя наиболее развито летом, Восточно-Сахалинское течение (ВСТ) - в осенне-зимний период, что согласуется с муссонным характером изменчивости ветровых полей над регионом. В зимний муссон с преобладанием ветров западных и северных румбов усиливается ветровой дрейф вод на юг с поперечной компонентой, направленной к берегу. Соответствующий сезонный нагон вод формирует градиентную компоненту в том же южном вдольбереговом направлении. Все это способствует усилению ВСТ. Вместе с тем, зимнее ветровое воздействие противодействует притоку вод из Японского моря (т.е. течению Соя). В летний муссон ветровые воздействия имеют противоположный характер, что приводит к ослаблению ВСТ и интенсификации течения Соя.

На схемах циркуляции вод по Леонову, Морoshкину и Ватанабе (рис. П 3.1 а, в, г), в целом, просматривается циклонический характер циркуляции вод. Скорости постоянного течения, согласно приведенным схемам, не превышают $0,05\text{--}0,1$ м/с.



Оценка экологических рисков и математическое моделирование распространения разливов судового топлива в морской среде





Оценка экологических рисков и математическое моделирование распространения разлива судового топлива в морской среде

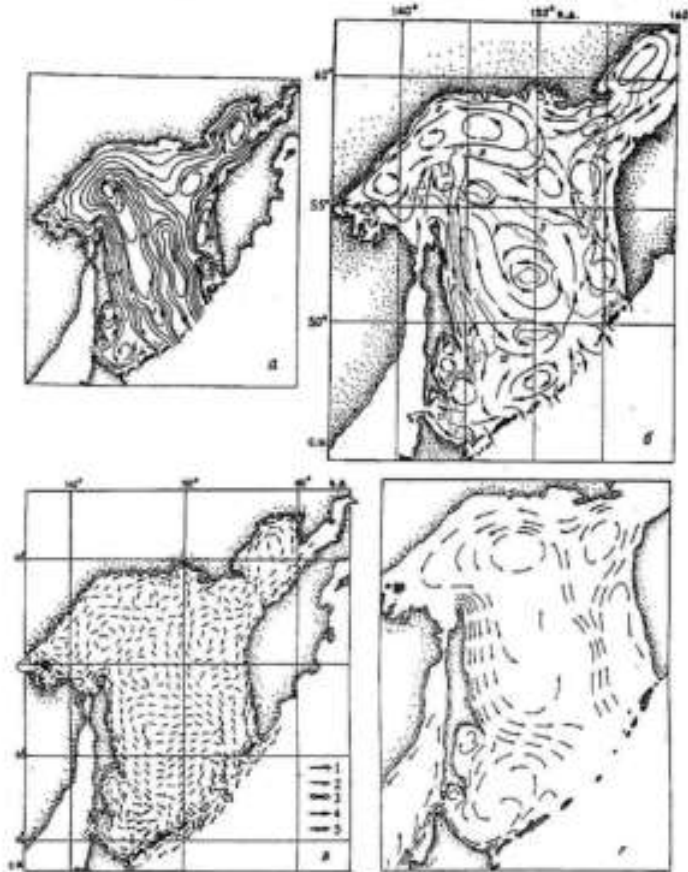


Рис. П 3.1. Схемы течений Охотского моря: а) по А.К.Леонову (1960); б) по В.И.Чернявскому и др. (1993); в) по К.С.Морошкину (1966), г) по К. Ватанабе (Watanabe, 1963) (рисунок из работы Верхунова, 1997).

П 3.2. Математическая формулировка

Для описания ветровых и приливных течений и колебания уровня окружающей акватории залива Анива используется следующая система уравнений [Гилл, 1986]:



Оценка экологических рисков и математическое моделирование распространения разливов судового топлива в морской среде

$$\begin{aligned}
 \frac{\partial \zeta}{\partial t} + \frac{1}{R \cos \varphi} \frac{\partial}{\partial \lambda} \int_{-H}^{\zeta} u dz + \frac{1}{R \cos \varphi} \frac{\partial}{\partial \varphi} \int_{-H}^{\zeta} v \cos \varphi dz &= 0, \\
 \frac{\partial u}{\partial t} + \frac{u}{R \cos \varphi} \frac{\partial u}{\partial \lambda} + \frac{v}{R} \frac{\partial u}{\partial \varphi} + w \frac{\partial u}{\partial z} - \frac{uv \operatorname{tg} \varphi}{R} - fv &= \\
 - \frac{g}{R \cos \varphi} \frac{\partial \zeta}{\partial \lambda} - \frac{g}{R \cos \varphi} \int_{\rho_0}^{\zeta} \frac{1}{\rho_0} \frac{\partial \rho}{\partial \lambda} dz + \frac{\partial}{\partial z} \left(A_z \frac{\partial u}{\partial z} \right) + \frac{A_z}{R^2} \left(\frac{1}{\cos^2 \varphi} \frac{\partial^2 u}{\partial \lambda^2} - \operatorname{tg} \varphi \frac{\partial u}{\partial \varphi} + \frac{\partial^2 u}{\partial \varphi^2} \right) & \\
 \frac{\partial v}{\partial t} + \frac{u}{R \cos \varphi} \frac{\partial v}{\partial \lambda} + \frac{v}{R} \frac{\partial v}{\partial \varphi} + w \frac{\partial v}{\partial z} + \frac{u^2 \operatorname{tg} \varphi}{R} + fu &= \\
 - \frac{g}{R} \frac{\partial \zeta}{\partial \varphi} - \frac{g}{R} \int_{\rho_0}^{\zeta} \frac{1}{\rho_0} \frac{\partial \rho}{\partial \varphi} dz + \frac{\partial}{\partial z} \left(A_z \frac{\partial v}{\partial z} \right) + \frac{A_z}{R^2} \left(\frac{1}{\cos^2 \varphi} \frac{\partial^2 v}{\partial \lambda^2} - \operatorname{tg} \varphi \frac{\partial v}{\partial \varphi} + \frac{\partial^2 v}{\partial \varphi^2} \right) & \\
 w = \frac{1}{R \cos \varphi} \frac{\partial}{\partial \lambda} \int_{\rho_0}^{\zeta} u dz - \frac{\operatorname{tg} \varphi}{R} \frac{\partial}{\partial \varphi} \int_{\rho_0}^{\zeta} v dz + \frac{1}{R} \frac{\partial}{\partial \varphi} \int_{\rho_0}^{\zeta} v dz, & \\
 \frac{\partial \rho}{\partial t} + \frac{u}{R \cos \varphi} \frac{\partial \rho}{\partial \lambda} + \frac{v}{R} \frac{\partial \rho}{\partial \varphi} + w \frac{\partial \rho}{\partial z} = \frac{\partial}{\partial z} \left(K_z \frac{\partial \rho}{\partial z} \right) + \frac{A_z}{R^2} \left(\frac{1}{\cos^2 \varphi} \frac{\partial^2 \rho}{\partial \lambda^2} - \operatorname{tg} \varphi \frac{\partial \rho}{\partial \varphi} + \frac{\partial^2 \rho}{\partial \varphi^2} \right) & \quad (\text{П 3.1})
 \end{aligned}$$

Начало координат расположено на невозмущенной поверхности моря, λ, φ – долгота и широта, ось z направлена вертикально вверх. Использованы следующие обозначения: $f = 2\Omega \sin \varphi$ – параметр Кориолиса, u – зональная компонента скорости (положительная на восток), v – меридиональная компонента скорости (положительная на север), w – вертикальная компонента скорости (положительная вверх), ζ – отклонение свободной поверхности от невозмущенного положения, g – гравитационное ускорение, Ω – угловая скорость вращения Земли, A_z, K_z – коэффициент вертикальной турбулентной вязкости.

На поверхности моря задаются ветровые напряжения:

$$A_z \frac{\partial u}{\partial z} = \tau_x, A_z \frac{\partial v}{\partial z} = \tau_y,$$

кинематическое условие:

$$\frac{\partial \zeta}{\partial t} + \frac{u}{R \cos \varphi} \frac{\partial \zeta}{\partial x} + \frac{v}{R} \frac{\partial \zeta}{\partial y} = w$$

На дне задается закон квадратичного трения:

$$K_z \frac{\partial u}{\partial z} = \tau_x, K_z \frac{\partial v}{\partial z} = \tau_y, \tau_x = \alpha |u| u, \tau_y = \alpha |v| v.$$

На твердой боковой границе задается условие не протекания для полных потоков:

$$U = (U, V) = \left(\int_{-H}^{\zeta} u dz, \int_{-H}^{\zeta} v dz \right)$$

На открытой морской границе задаются колебания уровня моря, определяемые режимом приливных осцилляций. В зависимости от постановки задачи могут быть разные варианты граничного условия на открытой границе, которые будут рассмотрены ниже.



Оценка экологических рисков и математическое моделирование распространения разливов судового топлива в морской среде

Для описания процессов турбулентного обмена предусмотрено ряд подходов. Модели, в которых коэффициенты вертикальной вязкости и диффузии записываются в виде алгебраических выражений, исходят из выражения Л. Прандтля для коэффициента турбулентной вязкости в пограничном слое следующего вида [Прандтль Л., 1949]:

$$A_z \approx l \cdot u_* \approx l^2 \cdot \sqrt{\left(\frac{du}{dz}\right)^2 + \left(\frac{dv}{dz}\right)^2}, \quad (\text{П } 3.2)$$

где l - длина пути смешения, u_* - скорость турбулентных пульсаций. Такое выражение вводится по аналогии с молекулярным коэффициентом вязкости/диффузии и в теории турбулентности служит эвристическим выражением для осуществления параметризаций турбулентных процессов в конкретных условиях.

Масштаб l в области пристенного пограничного слоя прямо пропорционален расстоянию z до стенки:

$$l = k z,$$

$k = 0.4$ - постоянная Кармана. В этом случае получается логарифмический профиль скорости около стенки.

Для морей масштаб часто берется в виде параболического выражения

$l = kH\psi(z/H)$. Он максимален вблизи средней линии на максимальных расстояниях от дна и поверхности моря, а при приближении к границам стремится к kz . Простейшим примером такой функции будет:

$$\psi(z/H) = \frac{z+h+z_0}{H} \cdot \left(\frac{H-z-h+z_1}{H}\right) \equiv \left(\sigma + \frac{z_0}{H}\right) \cdot \left(1 - \sigma + \frac{z_1}{H}\right), \quad (\text{П } 3.3)$$

Здесь $H = \zeta + h$ - полная глубина, h - глубина от невозмущенного уровня, как показано на рис. 1. $\sigma = (z+h)/(\zeta+h)$. $z_0, z_1, [m]$ - параметры шероховатости на поверхности и дне, соответственно.

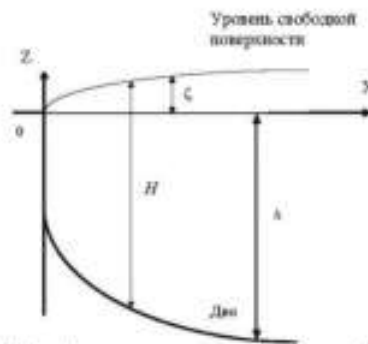


Рис. П 3.3. Конфигурация дна и свободной поверхности

При стремлении к поверхностям формула (П 3.2) вместе с выражением для масштаба (П 3.3)

дает: $A_z \approx l \cdot u_*$, где $u_* = \sqrt{\frac{\tau_b}{\rho_w}}$ скорость трения.



Оценка экологических рисков и математическое моделирование распространения разливов судового топлива в морской среде

Модель с одним уравнением переноса (для k). В последние годы в полных трехмерных прогностических моделях прибрежной циркуляции наиболее часто используются модели, основанные на уравнениях для турбулентной энергии и скорости диссипации (или масштаба). Рассмотрим варианты таких моделей [Davies A.M., Lawrence J., 1994]. Уравнение для энергии турбулентности имеет вид

$$\frac{\partial E}{\partial t} = A_1 \left[\left(\frac{\partial u}{\partial z} \right)^2 + \left(\frac{\partial v}{\partial z} \right)^2 \right] - A_1 \frac{\partial b}{\partial z} + \beta_0 \frac{\partial}{\partial z} A_2 \frac{\partial E}{\partial t} - \varepsilon,$$
$$\varepsilon = C_1 \cdot E^{3/2} / l,$$
$$A_2 = C_0 \cdot l \cdot E^{1/2},$$

(П 3.4)

Здесь

E - энергия турбулентности, [E]=дж/кг=м²/с²,

ε - скорость диссипации, [ε]=дж/кг с=м²/с³,

l - длина смешения, [м],

$b = -g \cdot (\rho - \rho_0) / \rho_0$ - плавучесть,

$N^2 = \partial b / \partial z$ - частота Вайселя

Для длины смешения можно взять несколько отличное от (П 3.2.1.7) выражение, как это делается, например в работе Дэвиса [Davies A.M., Lawrence J., 1994]:

$$l = k \frac{1}{1/l_1 + 1/l_2} = k \frac{l_1 l_2}{l_1 + l_2},$$
$$l_1 = (\sigma \cdot H + z_0) \cdot \exp(\beta_1 \cdot \sigma),$$
$$l_2 = [(1 - \sigma) \cdot H + z_0],$$

(П 3.5)

Описанная модель определяется следующим набором постоянных эмпирических коэффициентов.

Таблица 3
Значения констант в модели с одним уравнением переноса



Оценка экологических рисков и математическое моделирование распространения разливов судового топлива в морской среде

	[Davies A.M., 1993]	[Luyten P.J. et al., 1966]	
β	0.73	1.0	
C1	(C0)3-0.099	0.166	
C0	C1/4-0.46	0.548	
C	0.046		
k	0.4		постоянная Кармана
β_1	-2		коэффициент в экспоненте для масштаба
z0	0.001-0.01м		параметр шероховатости на дне
zs	0.001-1м		параметр шероховатости на поверхности

Формула (П 3.3) является следствием уравнений (П 3.4) в приближении локального равновесия (генерация = диссипация).

Модель с двумя уравнениями переноса (для k и ϵ). В этом варианте добавляется уравнение переноса скорости диссипации. Получаем следующую постановку:

$$\begin{aligned} \frac{\partial k}{\partial t} &= A_1 \left[\left(\frac{\partial u}{\partial z} \right)^2 + \left(\frac{\partial v}{\partial z} \right)^2 \right] - A_2 \frac{\partial b}{\partial z} + \frac{\partial A_1}{\partial z} \frac{\partial k}{\partial z} - \epsilon, \\ \frac{\partial \epsilon}{\partial t} &= c_{1\epsilon} \frac{\epsilon}{k} \left[A_1 \left[\left(\frac{\partial u}{\partial z} \right)^2 + \left(\frac{\partial v}{\partial z} \right)^2 \right] - c_{2\epsilon} A_2 \frac{\partial b}{\partial z} \right] + \frac{\partial A_1}{\partial z} \frac{\partial \epsilon}{\partial z} - c_{3\epsilon} \frac{\epsilon}{k} \epsilon, \\ A_2 &= S_u \frac{k^2}{\epsilon}, A_1 = S_k \frac{k^2}{\epsilon}, \alpha_N = \frac{k^2}{\epsilon^2} \frac{\partial b}{\partial z}, b = -g \frac{\rho - \rho_0}{\rho_0}, \\ S_u &= \frac{0.091 + 0.023 \alpha_N}{1 + 0.714 \alpha_N + 0.067 \alpha_N^2}, \\ S_b &= \frac{0.125}{1 + 0.603 \alpha_N}. \end{aligned} \quad (\text{П } 3.6)$$

Граничные условия для турбулентных величин. При стремлении к поверхностям, свободной или ко дну выполняется условие локального равновесия, откуда следует

$$\begin{aligned} k_s &= \tau_s / \sqrt{c_\mu} \epsilon_s = \tau_s^{2/3} / (\kappa \sigma_s), \\ k_b &= \tau_b / \sqrt{c_\mu} \epsilon_b = \tau_b^{2/3} / (\kappa \sigma_b). \end{aligned} \quad (\text{П } 3.7)$$

В модели с двумя уравнениями переноса используются следующие значения констант

$$(C_\mu, C1_\epsilon, C2_\epsilon, C3_\epsilon, \sigma_k, \sigma_\epsilon) = (0.091, 1.51, 1.92, 1.0, 1.3).$$

Описание придонного логарифмического пограничного слоя. В придонном слое изменение скорости можно с достаточной точностью описать логарифмическим законом [Монин А.С., Яглом А.М. 1965]:

$$u = u^* / k \ln(z/z_0) \quad (\text{П } 3.8)$$



Оценка экологических рисков и математическое моделирование распространения разливов судового топлива в морской среде

где z_0 - параметр шероховатости, $u^* = \sqrt{\tau b}$ - скорость трения, $k=0.4$ - константа Кармана. При использовании квадратичного закона трения в качестве коэффициента трения α часто используется $C100$, т.е. его значение при расстоянии точки измерения равном 100см от дна. В предположении выполнения (П 3.2.) имеем:

$$u = \sqrt{\alpha} u100 / k \ln(z/z_0), \quad (\text{П 3.9})$$

Таким образом, если мы располагаем последний расчетный узел сетки на расстоянии 1м от дна, то определение скорости на меньших расстояниях можно производить по формуле (П 3.9.), беря в качестве α значение $C100$, которое известно из экспериментов. Одновременно (П 3.9.) служит для связи коэффициента трения и параметра шероховатости z_0 :

$$\alpha = [k / \ln(z/z_0)]^2. \quad (\text{П 3.10})$$

Отметим, что параметр шероховатости связан со средней высотой элементов шероховатости для условий пограничного в трубах или над плоскими пластинами выражением $z_0 = h_0/30$. Если взять $z_0 = 0.3\text{см}$ [Davies A.M., Lawtence J., 1994], то $\alpha = 0.005$.

Для аппроксимации системы уравнений (1) по времени используется полуявная двухслойная по времени разностная схема. В этой схеме неявно рассматриваются члены вертикальной вязкости, а остальные члены – явно. Для аппроксимации по пространству используется «С» - сетка с разнесенными узлами. В центре ячейки этой сетки определяются скалярные переменные, а на границах векторные. Более подробное описание схемы расчета приводится, например, в (Arkhipov B.V., 1989).

Расчеты проводятся под влиянием приливных, ветровых и плотностных воздействий («форсинга»). На открытой границе задаются приливные колебания уровня моря.

Адекватное задание конфигурации расчетной области (рельефа дна и береговой линии) имеет большое значение, с одной стороны, для правильного воспроизведения основных физических (гидро- и литодинамических) процессов, формирующих распределение и изменчивость морских течений, температуры и солености морской воды, донных наносов и т.д., а с другой, для точной географической привязки получаемых результатов модельных расчетов. Последнее особенно важно при инженерном обеспечении строительства и эксплуатации гидротехнических объектов.

Для области расчетов использовался массив глубин ETOPO5. Его описание дано в UNEP/GRID Documentation Summary for Data Set: 'ETOPO-5' Elevation (Data File "ETOPOREF.IAX2").

Этот массив подготовлен в Национальном Геофизическом центре Данных США (U. S. National Geophysical Data Center (NGDC) in Boulder, Colorado (USA)). Он является наилучшим из имеющихся цифровых массивов рельефа, который получен на основе сетки с 5-ти минутным разрешением (примерно 9км на 9км). Контурные интервалы идут через 1м. В этот массив включены батиметрические характеристики от 10000м и выше. Рельеф, превышающий уровень моря, достигает в этом массиве 8000м. Массив ETOPO5 включает в себя массив Картографического Агентства Мин. Обороны США для территорий вокруг США, Западной Европы и Японии, массив Управления Минеральными ресурсами Австралии, а также Новозеландского Департамента Науки и Промышленных исследований.



Оценка экологических рисков и математическое моделирование распространения разливов судового топлива в морской среде

Массив "ЕТОРО5" имеет 2160 записей, каждая из 8640 байтов. Размерность массива 2160×4320 двухбайтовых элементов. Он простирается от 90N до 90S и от 180E до 180W. Объем полного массива 18,66Мб. Более подробное описание массива см. в [Edwards, M.H., 1986, Haxby, W.F. et al., 1983].

Для проведения расчетов на основе массива "ЕТОРО5" построена сеточная область, на сетке с шагом $\Delta\lambda = 0.109457132^\circ$, $\Delta\varphi = 0.054079296^\circ$ (размер области $\approx 1100 \times 1100$ км). Изображение расчетной области приведено на Рис. 1.

Для расчета течений, соответствующих приливным воздействиям и подготовленным полям приземного ветра, рассматриваемым, как типичные для региона Района Охотского и Японского морей, окружающих залив Анива, использовалась трехмерная бароклинная модель. Отметим, что в заливе Лаперуза (Морошкин, 1964, Рис. П 3.1) поверхностные течения направлены из Японского моря в сторону Охотского моря. Такая картина течений совместно с преобладающим направлением ветров, которые имеют преобладающее северо-западное и/или южное направления приводит к практической невозможности проникновения нефтяного пятна в Японское море.

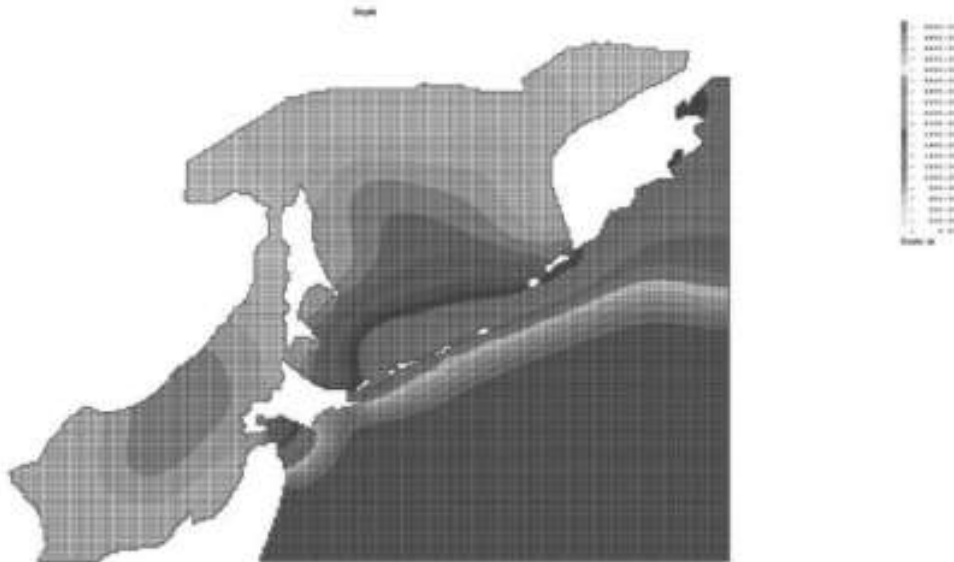


Рис. П 3.4. Акватория района Охотского и Японского морей, окружающих залив Анива, для которой проводится расчет гидродинамических процессов

Граничное воздействие реализуется через условия излучения (Roed L.P., Cooper C., 1986), определяемые на северной, западной и восточной границах рассматриваемой области:

$$U - U_0(t) = \pm \frac{C_0}{h} [\zeta - \zeta_0(t)]$$

Здесь $C_0 = \sqrt{gh}$ - локальная скорость гравитационных волн.

Через верхнюю границу водоема передается механическое и тепловое воздействие со стороны атмосферы.



Оценка экологических рисков и математическое моделирование распространения разливов судового топлива в морской среде

Механическое воздействие проявляется в виде ветровых напряжений, определяемых величиной и направлением скорости ветра на высоте 10м.

$$\tau = \rho_a / \rho_w C_d (V_{10})^2, \tau_{wx} = \tau_w \sin(\alpha), \tau_{wy} = \tau_w \cos(\alpha) \quad (\text{П } 3.11)$$

Здесь ρ_a - плотность воздуха, ρ_w - плотность воды, α - угол между направлением на север и скоростью ветра.

$$C_d = \begin{cases} 11 \cdot 10^{-3}, & V_{10} < 6 \text{ м/с} \\ \left[(0.72 + 0.063 \cdot |V_{10}|) \cdot 10^{-3} \right], & V_{10} > 6 \text{ м/с} \end{cases}$$

При использовании формул (П 3.11.) возникает вопрос об определении скорости ветра V_{10} . В настоящее время для расчета полей ветра применяются несколько подходов.

Первый способ заключается в прямом построении ветровых полей по натурным измерениям скорости и направления ветра, выполняемых с попутных и экспедиционных судов, с АБС и на береговых метеостанциях. Недостатком этого способа является малая точность в измерениях скорости ветра, среднеквадратичная ошибка около 2.5м/с, а также недостаточность наблюдений и их неравномерность по пространству и времени.

Во втором варианте поля скорости ветра можно определять по глобальной модели циркуляции атмосферы. Такие модели эксплуатируются в крупных метеорологических центрах.

В последнее время весьма перспективным является использование спутниковой информации. В частности развиваются методы основанные на анализе сигнала обратного рассеивания и восстановление скорости ветра с помощью специальных методов. Об этом более подробно будет сказано в главе описывающей информацию.

В четвертом варианте можно отталкиваться от полей давления, восстановленных над рассматриваемым районом с помощью какой-либо процедуры.

Для проведения численных расчетов течений Района Охотского и Японского морей, окружающих залив Анива, и распространению нефти были подготовлены данные о ветре для одного полного года. В качестве исходной информации были использованы: архив реанализа NCEP/NCAR за 2005 год, имеющие пространственное разрешение 2.5 градуса. Кроме того были привлечены данные, представленные на наборе CD ROM: NSCAT OCEAN WINDS CD-ROM, (тома Ocean_wind01- Ocean_wind01, Пространственное разрешение: сетка с шагом 25км). Эти диски распространяются организацией: PO.DAAC (Physical Oceanography Distributed Archive Center) JPL, Physical Oceanography DAAC, Jet Propulsion Laboratory, USA.

В качестве иллюстрации на Рис. П 3.5. приведены поля ветра по данным реанализа NCEP/NCAR.



Оценка экологических рисков и математическое моделирование распространения разлива судового топлива в морской среде

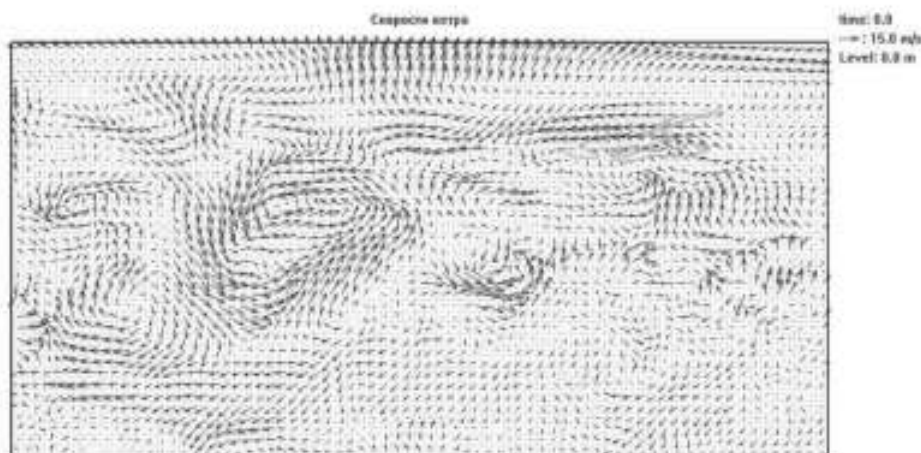


Рис. П 3.5. Поля ветра по данным реанализа NCEP/NCAR на начало 2015г.

Для задания приливного воздействия на границе области (Рис. 2) в расчетах используются контурные карты основных приливных волн в рассматриваемом регионе, построенные на основе глобальной модели океанских приливов ORI.96, разработанной в Токийском университете (Научно-исследовательском институте океана). В этой модели приливы рассчитаны на 0.50 сетке с усвоением спутниковых данных (NASA TOPEX/POSEIDON MGD). Она обеспечивает гармонические постоянные для 8-ми составляющих (M2, S2, N2, K2, K1, O1, P1, Q1).

П 3.3. Результаты расчетов

Примеры полей ветра и рассчитываемых мгновенных суммарных течений в поверхностном слое показаны на Рис. П 3.6 - 7.



Оценка экологических рисков и математическое моделирование распространения разливов судового топлива в морской среде

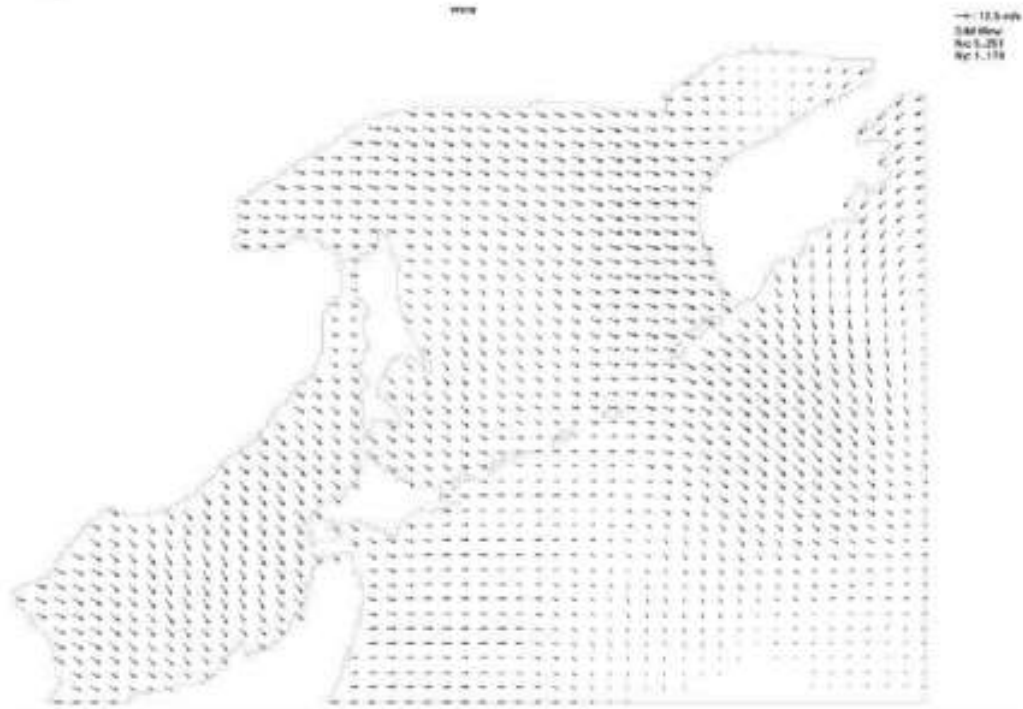


Рис. 3.6. Поля ветра по данным ГМС на 01.07.2019г.



Оценка экологических рисков и математическое моделирование распространения разливов судового топлива в морской среде



Рис. П 3.7. Поля течений по данным расчетов.



Оценка экологических рисков и математическое моделирование распространения разливов судового топлива в морской среде

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Нормативные документы, справочники и статистические данные по авариям на морском шельфе

1. Руководство по безопасности «Методические основы по проведению анализа опасностей и оценки риска аварий на опасных производственных объектах». Утверждено приказом Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 11 апреля 2016 г. № 144.
2. Oil tanker spill statistics. ГИОФ. pp.11. 2016.
3. Данные Департамента внутренних дел США. Служба минеральных ресурсов, 1991. (Статистические данные по авариям на морском шельфе).
4. Руководство по безопасности «Методика анализа риска аварий на опасных производственных объектах морского нефтегазового комплекса» Утверждено приказом Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от «16» сентября 2015 г. № 364.
5. Руководство по оценке рисков чрезвычайных ситуаций техногенного характера, в том числе при эксплуатации критически важных объектов российской федерации. Утверждена Первым заместителем Министра Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий Р.Х. Цаликовым 9 января 2008 г. № 1-4-60-9..
6. Постановление от 14 ноября 2014 г. № 1189. «Об организации предупреждения и ликвидации разливов нефти и нефтепродуктов на континентальном шельфе Российской Федерации, во внутренних морских водах, в территориальном море и прилегающей зоне Российской Федерации».
7. Постановление Правительства Российской Федерации от 21 мая 2007 г. № 304 «О классификации чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера»
8. Приказ МПР РФ от 03.03.2003 N 156. Об утверждении указаний по определению нижнего уровня разлива нефти и нефтепродуктов для отнесения аварийного разлива к чрезвычайной ситуации (Зарегистрировано в Минюсте РФ 08.05.2003 N 4516)
9. Приказ Росгидромета от 31 октября 2000 года N 156 «О введении в действие Порядка подготовки и представления информации общего назначения о загрязнении окружающей природной среды»
10. Статистические данные HSE UK. Британское управление по здравоохранению и безопасности.
11. Стандарт ОАО «ЛУКОЙЛ» СТП-01-030-2003 «Руководство по оценке воздействия на окружающую среду объектов обустройства морских месторождений» Москва, 2003 г.
12. ГОСТ Р 14.03-2005. «Экологический менеджмент. Воздействующие факторы. Классификация».
13. Assessment of the risk of pollution from marine oil spills in Australian ports and waters: report for Australian maritime safety authority. – London: Det Norske Veritas Ltd., 2011.
14. Губанов Е. П., Ивлева М. Н. Нефтяное загрязнение черного моря и его влияние на экосистему. Современные проблемы экологии азово-черноморского бассейна. Материалы II Международной конференции 26-27 июня 2006 г. стр.80-95, г. Керчь.
15. Бланк Ю. И., Мельник А. Ю., Степанов В. Н. Статистика и прогнозирование разливов нефти при грузовых операциях в портах // Экологічні проблеми Чорного моря. – Одеса: ЦНТІОНІОА, 2003. – С. 69-71.
16. Данные по надежности классификационного общества Норвегии "Веритас" DNV, WOAD -98.
17. Обзор морского транспорта. Конференция организации объединенных наций по торговле и развитию. Юнктад. 2016, 118 стр.
18. В.И. Журавель, И.В. Журавель, М.Н. Мансуров Практические вопросы учета аварийности морских скважин. Научно-технический сборник «Вести газовой науки» № 2 (22). 2015.
19. Б.В. Архипов, Д.А. Шапочкин. Анализ рисков нефтяных разливов при транспортных операциях в прибрежных водах морей и океанов. Проблемы анализа риска, том 15, 2018, № 4, стр. 44-53



Оценка экологических рисков и математическое моделирование распространения разливов судового топлива в морской среде

20. Вяхирев Р.И., Никитин Б.А., Мирзоев Д.А. Обустройство и освоение морских нефтегазовых месторождений. М., Изд-во Академии горных наук. 1999
21. Сафонов В.С., Одишария Г.Э., Швыряев А.А. Теория и практика анализа риска в газовой промышленности. М. НУМЦ Минприроды России, 1996.
22. Кулыгин В. В. Подход к оценке рисков опасных природных явлений в морехозяйственных системах // Проблемы анализа риска. Т. 14. 2017. № 2. С. 64—72.
23. Трубицина О. П., Башкин В. Н. Вызовы деятельности объектов нефтегазовой отрасли в Арктике: геозекологические и геополитические риски // Проблемы анализа риска. Т. 15. 2018. № 3. С. 22—31.

Моделирование нефтяных разливов

24. Aamo O. M., Reed M. & Downing K. (1997), Oil spill contingency and response (OSCAR) model system: sensitivity studies. – Proc. Oil Spill Conference. American Petroleum Institute. P. 429-438.
25. ASCE Task Committee on Modeling Oil Spill (1996). “State-of-the-art Review of Modeling Transport and Fate of Oil Spills”. – Water Resources Division, ASCE, Journal of Hydraulic Engineering, Vol. 122, (11) pp.594-609, 1996.
26. Audunson T. (1979). Fate of oil spills on the Norwegian continental shelf. – Presenting at 1979 Oil Spill Conf., API Publ. No. 4308. Washington. D.C.
27. Blokker P. C. (1964). Spreading and evaporation of petroleum products on water. – Proceedings of fourth international harbor congress, Antwerp (pp. 911|919).
28. Brovchenko I., Kuschan A., Maderich V. Shliakhtun M., Yuschenko S. (2003) Zheleznyak M. The modeling system for simulation of the oil spills in the Black Sea. – Submitted to Proceeding of 3rd EUROGOOS Conference.
29. Buckmaster, J. (1973), Viscous-Gravity spreading of an oil slick. – Journal of Fluid Mechanics, Vol. 59, No. 3, pp. 481, 491.
30. Buist I. A., Joyce S., Dickins D. F. (1987) Oil spills in leads: tank tests and modeling. – Prepared by S. L. Ross Environmental Research Limited and DF Dickins Associates Ltd for Environment Canada, Report EE-95, Ottawa, Ontario (1987).
31. Buist I.A., Potter S.G., Dickins D.F. (1983). Fate and behavior of water-in-oil-emulsions in ice. – Proceedings of the Sixth Arctic Marine Oil spill Program Technical Seminar (1983).
32. Cormack, D. (1986). Response to oil and chemical marine pollution. – New York: Elsevier Applied Science Publishers. (pp. 23-61).
33. Cox J. C., Schultz L. A. (1980) The transport behavior of oil spilled under ice. - Proceedings of the Third Arctic Marine Oil spill Program Technical Seminar, Environment Canada, Ottawa, 1980, p. 23-61.
34. Daniel P., 1996: Operational forecasting of oil spill drift at METEOFRANCE, Spill Science & Technology Bulletin. Vol. 3, No. 1/2, pp. 53-64.
35. Daniel P., J. Poitevin, C. Tiercelin and M. Marchand, 1998 : Forecasting accidental marine pollution drift : the French operational plan, Oil and Hydrocarbon Spills, Modeling, Analysis and Control, Computational Mechanics Publications, pp. 43-52.
36. Deleersnijder E.. Revisiting Nihoul’s model for oil slicks transport and spreading on sea // Ecological modeling. 1992, V. 64. P. 71-75.
37. Delvigne G.A., Sweeney C.E. Natural dispersion of Oil. Oil and Chemical Pollution, 4, 1988, pp.281-310.
38. Dickins D., Buist I. Oil and gas under sea ice. Prepared by Dome Petroleum Ltd for COOSRA, Report CV-1, Vols I and II (1981).
39. Dickins D.F., Buist I. Countermeasures for ice covered waters. IUPAC, Pure Appl. Chem. 71, 173–191. (1999).
40. Fanelop, T.K, Waldman, G.D. (1971). Dynamics of Oil Slicks. AIAA Journal, Vol. 10, No. 4, pp. 506 - 510.



Оценка экологических рисков и математическое моделирование распространения разливов судового топлива в морской среде

41. Fay J.A. The spread of oil Slicks on a Calm Sea. In: Oil on the Sea. Hoult (ed.), Plenum Press, NY, pp.53-63, 1969.
42. Fay, J.A. (1971). Physical Processes in the Spread of Oil on a Water Surface., Proceedings of the Joint Conference on Prevention and Control of Oil Spills, American Petroleum Institute, Washington D. C., pp 463-467.
43. Fingas, M., Jokuty, P., & Fieldhouse, B. (1996). Oil spill behaviour and modeling. Proceedings of Eco-Inforna '96. Global networks for environmental information, Lake Buena Vista, FL, vol. 1 (pp. 471-476).
44. Foda, M., Cox, R. G. (1980). The spreading of thin liquid films on a water-air interface. Journal of Fluid Mechanics, 101, 33-51.
45. Hess, K.W. and Kerr, C. L. (1979). A Model to Forecast the Motion of Oil on the Sea., Proceedings of the Oil Spill Conference, pp 653-663.
46. Hoult, D. P. (1972). Oil spreading on the sea. Annual Review of Fluid Mechanics, 4, 341-368.
47. Kochergin I.E., Bogdanovsky A.A., Budaeva V.D., Makarov V.G., Mishukov V.F., Ovsienko S.N., Putov V.F., Reitsema L.A., Sciallabba J.W., Sergusheva O.O. & Yarosh P.V. (1999a). Modeling of oil spills for the shelf conditions of North-Eastern Sakhalin // Proc. 2nd PICES Workshop on the Okhotsk Sea and Adjacent Areas. Canada. P. 123-130.
48. Kochergin I.E., Bogdanovsky A.A., Budaeva V.D., Varlamov S.M., Dashko N.A., Makarov V.G., Putov V.F. & Rybalko S.I. 2000a. Construction of hydrometeorological scenarios for environmental impact assessments // FERHRI Special Issue N 3. Vladivostok: Dalnauka. P. 223-241.
49. Kochergin I.E., Bogdanovsky A.A., Mishukov V.F. & Putov V.F. (2000b). Oil spill scenario modeling for Sakhalin shelf // Proc. WITpress "Oil and Hydrocarbon Spills II". Ed. Rodriguez G.R. & Brebbia C.A. P. 39-50.
50. Kochergin I.E., Bogdanovsky A.A., Mishukov V.F., Putov V.F. & Reitsema L.A. (1999b). Modeling-based characteristics of potential oil spill scenarios on Sakhalin shelf // FERHRI Special Issue N 2. Vladivostok: Dalnauka. P. 218-229.
51. Kochergin I.E., Rybalko S. I., Putov V. F. & Shevchenko G. V. (1999c). Processing of the instrumental current data collected in the Piltun-Astokh and Arkutun-Dagi oil fields, North East Sakhalin shelf: some results // FERHRI Special Issue. N 2. Vladivostok: Dalnauka. P. 96-113.
52. Mackay D., (1980). A mathematical model of oil spill behaviour. – Environment Canada Manuscript Report No EE-7, Ottawa, Ontario, Canada.
53. Mackay D., Buist L., Mascaraenhas R., Paterson S. (1980). Oil spill processes and models. – Report EE-8, 1980, University of Toronto, Report to Environment Protection Service, Ottawa, Ontario, Canada.
54. Mackay D., Matsugu R. S. (1973). Evaporation Rates of Liquid Hydrocarbon Spills on Land and Water. – The Canadian Journal of Chemical Engineering, Vol. 51, August, 1973, pp. 434-439.
55. Mackay D., Zagorski W. (1982). Studies of water in oil emulsions. – Environment Canada Manuscript Report No EE-34, Ottawa, Ontario, Canada.
56. Mackay, D., McAuliffe, C.D. (1988). Fate of hydrocarbons discharged at sea. Oil and Chemical Pollution, 5, 1-20.
57. Malcolm L. Spaulding. (1988). A state-of-the-art Review of Oil Spill Trajectory and Fate Modeling. – Oil and Chemical Pollution, 4, 1988, pp.39-55.
58. McMinn LTJG T. J. Crude oil behavior on arctic winter ice: final report. Office of Research and Development, United States Coast Guard, Project 734108, NTIS Publication no. AP-754, Washington, DC (1972).
59. Mooney M. (1951). The viscosity of concentrated suspension of spherical particles. – Journal of Colloidal Science, vol.10, 1951, pp.162-179.
60. Nelson W. G., Allen A.A. (1982). The physical interaction and cleanup of crude oil with slush and solid first year ice. In Proceedings of the Fifth Arctic Marine Oil Spill Program Technical Seminar, pp. 37–59.



Оценка экологических рисков и математическое моделирование распространения разливов судового топлива в морской среде

61. Nihoul J.C.J. The non-linear mathematical model for the transport and spreading of oil slick. In.: S.E.Jorgensen (Ed.) Modelling the fate and Oil spill processes and models. – Report EE-8, 1980, University of Toronto, Report to Environment Protection Service, Ottawa, Ontario, Canada.
62. NORCOR Engineering Research Ltd. The interaction of crude oil with arctic sea ice. Prepared for the Beaufort Sea Project, Department of the Environment, Victoria, Beaufort Sea Technical Report no. 27 (1975).
63. Ovsienko S., Zatsupa S. and Ivchenko A. Oil Spreading on the Snow/Ice Surface, 1995. INSRP working paper, No. 6 -1995, L5.6.
64. Ovsienko S., Zatsupa S. and Ivchenko A. Study and Modelling of Behavior and Spreading of Oil in Cold Water and in Ice Conditions, 1999, Poac 99, Proceedings, vol. 2, pp. 848-857
65. Palczynski, R. J. (1987). Model studies of the effect of temperature on spreading rate of a crude oil on water. – in J.H. Vandermeulen, S.E. Hrudehy, Oil in freshwater (pp. 22-30). New York: Pergamon Press.
66. Payne, J. R., & McNabb Jr., G. D. (1984). Weathering of petroleum in the marine environment. Marine Technology Society Journal, 18(3), 24-42.
67. Phillips, W. R. C. (1997). On the spreading radius of surface tension driven oil on deep water. Applied Scientific Research, 57(1), 67-80.
68. Reed M., Gundlach E., Kana T. A coastal zone oil spill model: development and sensitivity studies. - Oil and Chemical Pollution, 5, 1989, pp.411-449.
69. Ross S. L. Dickins D. F. Field Research Spills to Investigate the Physical and Chemical Fate of Oil in Pack Ice. Environmental Studies Revolving Funds, Report no. 062, Ottawa (1987).
70. Rusin J., Lunel T. & Tyler A. 1997. Spill modeling as part of the response and monitoring strategy at the sea empress incident // Proc. Oil Spill Conference. American Petroleum Institute. P. 930-931.
71. Shen, H. T. Yapa, P. D. (1988). Oil Slick Transport in Rivers. - Journal of Hydraulic Engineering, Vol. 114, N0 5, pp 529-543.
72. Shen, H. T., Yapa, P. D., & Petroski, M. E. (1987). A simulation model for oil slick transport in lakes. Water Resources Research, 23(10), 1949-1957.
73. Soares dos Santos A. & Daniel P. 2000. Oil spill modeling near Portuguese coast // Proc. WITpress “Oil and Hydrocarbon Spills II”. P. 11-18.
74. Spaulding, M. L. (1988). A State-of-the-art review of oil spill trajectory and fate modeling. Oil and Chemical Pollution, 4, 39-55.
75. Stiver, W. And Mackay, D. (1984). Evaporation Rate of Spills of Hydrocarbons and Petroleum Mixtures. - Envir. Sci. Technol, Vol. 18, pp 834-840.
76. Varlamov S.M., Yoon J.-H., Hirose N., Kawamura H. & Shiohara K. (1999). Simulation of the oil spill processes in the Sea of Japan Sea with regional ocean circulation model, - J. Marine Science and Technology, N 4. P. 94.
77. Varlamov S.M., Yoon J.-H., Nagaishi H. & Abe K. (2000). Japan Sea oil spill analysis and quick response system with adaptation of shallow water ocean circulation model // Reports of RIAM, Kyushu University. Japan. N 118. P. 9-22.
78. Vefsnmo S., Johannessen B. O. Experimental oil spill in the Barents sea—drift and spread of oil in broken ice. In Proceedings 17th Arctic and Marine Oil Spill Program Technical Seminar, Vancouver (1994).
79. Venkatesh (1988). The Oil Spill Behavior Model of the Canadian Atmospheric Environment Service. - Part 1, Atmosphere. Ocean, Vol. 26, pp 93-108.
80. Walker M.I. The Oil Spill Information System (OSIS) and Eurospill models: background documentation. AMSO International workshop on the modeling of accidental spills and other calamities at sea, The Hague, 15-17 Nov., 1995.
81. Wang H., Campbell J.R., Ditmars J.D. Computer modeling of oil drift and Spreading in Delaware Bay. Ocean Engineering, University of Delaware, 1975.
82. Wilson D. G., Mackay D.. The behavior of oil in freezing situations. - Prepared at the University of Toronto for the Environmental Protection Directorate, Environment Canada, Report no. EE-92, Ottawa, Ontario (1987).



Оценка экологических рисков и математическое моделирование распространения разливов судового топлива в морской среде

83. Архипов Б.В., Пархоменко В.П., Солбаков В.В., Шапочкин Д.А. Математическое моделирование распространения нефтяных разливов в морской среде. М. ВЦ РАН, 2001, 53 стр.
84. Dean John A., Lange's Handbook Of Chemistry - McGRAW-HILL, INC, New York, 1999.
85. Oil in the sea. Input, Fates and Effects. The National Academies Press. Washington, DC, 2003 (Информация об объемах поступления нефти в море).
86. ГОСТ 305-82. Топливо дизельное.
87. ГОСТ 32511-2013 (EN 590:2009). Межгосударственный стандарт топлива дизельное ЕВРО. Технические условия. Diesel fuel EURO. Specifications. МКС 75.160.20 Дата введения 2015-01-01.
88. ГОСТ 11011-85. Нефть и нефтепродукты.

Метеорология и гидродинамика

89. Arkhipov B.V. About some properties of geophysical hydrodynamic equations on the staggered grid// Journal «Oceanology», v.29, N5, p.723-729,1989
90. Benque, J. P., Hauguel, A., and Viollet, P. L. (1982) Engineering Application of Computational Hydraulics, II, Pitman Advanced Publishing Program, London, pp. 57-63.
91. Casulli V. and Cheng R.T. (1992) Semi-Implicit Finite Difference Methods for Three Dimensional Shallow Water Flow. – International Journal for Numerical Methods in Fluids, Vol. 15, pp. 629-648.
92. Davies A.M. A bottom boundary layer-resolving three-dimensional tidal model: a sensitivity study of viscosity formulation. - Journal of physical oceanography. 1993, vol. 23, D92, p. 1437 - 1453.
93. Davies A.M. A bottom boundary layer-resolving three-dimensional tidal model: a sensitivity study of viscosity formulation // Journal of physical oceanography. 1993, vol. 23, D92, p. 1437 - 1453.
94. Davies A.M., Jones J.E. Application of a three-dimensional turbulence energy model to the determination of tidal currents on the northwest European shelf // Journal of Geophysical Res., 1990, vol. 95, p. 18143 - 18162.
95. Davies A.M., Lawrence J. The response of the Irish Sea to boundary and wind forcing: Results from a three -dimensional hydrodynamic model// Journal of geophysical research. 1994, vol. 99, C11, p. 22,665-22,687.
96. Davies A.M., Lawrence J. The response of the Irish Sea to boundary and wind forcing: Results from a three -dimensional hydrodynamic model// Journal of geophysical research. 1994, vol. 99, C11, p. 22,665-22,687.
97. Dean John A., Lange's Handbook Of Chemistry - McGRAW-HILL, INC, New York, 1999.
98. Edwards, M.H., 1986. Digital Image Processing of Local and Global Bathymetric Data. Master's Thesis. Department of Earth and Planetary Sciences, Washington Univ., St. Louis, Missouri, USA, 106 p."
99. Haxby, W.F. et al., 1983. Digital Images of Combined Oceanic and Continental Data Sets and their Use in Tectonic Studies. EOS Transactions of the American Physical Union, vol. 64, no. 52, pp. 995-1004."
100. Kochergin I.E., Rybalko S. I., Putov V. F. & Shevchenko G. V. (1999c). Processing of the instrumental current data collected in the Piltun-Astokh and Arkutun-Dagi oil fields, North East Sakhalin shelf: some results // FERHRI Special Issue. N 2. Vladivostok: Dalnauka. P. 96-113.
101. Luyten P.J., Deleersnijder E., Ozer J., Ruddick K.G. Presentation of a family of turbulence closure models for stratified shallow water flows and preliminary application to the Rhine outflow region.// Continental shelf Research, 1996, Vol. 16, No 1, 101-130.
102. Matsumoto, K., M. Ooe, T. Sato, and J. Segawa, Ocean tide model obtained from TOPEX/POSEIDON altimetry data, J. Geophys. Res., 100, C12, 25,319-25,330, 1995.
103. Raithby & Torrance (1979). Upstream Weighted Differencing Schemes and Their Applications to Elliptic Problems Involving Fluid Flow. - Computers and Fluids, Vol.2, pp. 191-206.
104. Roed L.P., Cooper C. Open boundary conditions in numerical ocean models, in Advanced Physical Oceanographic Numerical Modeling, edited by J.J. O'Braien, NATO ASI Ser. C, 186, 411-436, 1986.
105. Гилл А. Динамика атмосферы и океана. Т.2. М.: Мир. 1986, 415с.



Оценка экологических рисков и математическое моделирование распространения разливов судового топлива в морской среде

106. Леонов А.К. Гидрологический режим моря (раздел) // Гидрологический справочник морей СССР. Т. 9. Охотское море. Вып. 2. — Л.: Гидрометеиздат, 1941. — 352 с.
107. Макова В.И. Расчет полей ветра по полям атмосферного давления над морем. // Обзорная информация. Вып. №4. Гидрометеорология. Серия Метеорология. 1989.
108. Макова В.И. Расчет полей ветра по полям атмосферного давления над морем. // Обзорная информация. Вып. №4. Гидрометеорология. Серия Метеорология. 1989.
109. Мошин А.С., Яглом А.М. Статистическая гидромеханика. Часть I. // М. Наука, 1965. 639С.
110. Морoshкин К. В. Новая схема поверхностных течений Охотского моря // Океанология. — 1964. — Т. 4, вып. 4. — С. 641—643.
111. Прайдль Л. Гидромеханика. М.: Издательство иностранной литературы, 1949. 520с.
112. Халтвнер Дж., Мартин Ф. Динамическая и физическая метеорология. // Из-во Ин. Литературы. Москва. 1960.
113. Budaeva, V.D., Makarov, V.G. and Melnikova, I.Yu. 1980. Diagnostic calculation of stationary currents of the Aniva Bay and La Perouse Strait. Proc. FERHRI, 87, 66–78.
114. Kozlov, V.F. 1972. Calculation of level surface in the Sea of Okhotsk. Proc. FERHRI, 37, 37–43.
115. Kozlov, V.F. 1977. The use of monotonic difference schemes in diagnostic calculation of ocean currents. Izv. Atmos. Oceanic Phys., 13(7), 491–496.
116. Kozlov, V.F. and Makarov, V.G. 1996. Background currents in the Sea of Okhotsk. Meteorol. Hydrol., 9, 58–64.
117. Leonov, A.K. 1960. Regional Oceanography. Part 1. Gidrometeoizdat, Leningrad, 765 pp.
118. Luchin, V.A. 1987. Water circulation in the Okhotsk Sea and some features of its interannual variability on the diagnostic calculations. pp. 3–13. In Oceanographic Problems of the Far Eastern Seas, 36. (in Russian)
119. Martynov, A.V. and Kuzin, V.I. 1995. Numerical experiments with 2-D finite-element model of the Okhotsk Sea circulation. pp. 332–336. In Tenth International Symposium on Okhotsk Sea, Sea Ice and Peoples, Abstracts, Mombetsu, Hokkaido, Japan.
120. Moroshkin, K.B. 1964. A new surface current map in the Okhotsk Sea. Oceanologia, 4, 614–643. (in Russian)
121. Moroshkin, K.B. 1966. Water Masses of the Sea of Okhotsk. Nauka, Moscow. 68 pp.
122. Peng, C.Y. and Hsueh, Ya. 1974. Further results from diagnostic modeling of coastal upwelling. Téthys, 6(1-2), 1–46.
123. Sarkisyan, A.S. 1977. Numerical Analysis and Forecast of Marine Currents. Gidrometeoizdat, Leningrad. 182 pp.
124. Sekine, Y.A. 1990. Barotropic numerical model for the wind-driven circulation in the Okhotsk Sea. Bull. Fac. Bio-Resources, 3, 25–39.
125. Yoshida, K.A. 1965. A theoretical model on wind-induced density field in the oceans. I. J. Oceanogr. Soc. Japan, 21(4), 154–173.
126. Zyryanov, V.N. 1977. Numerical calculation of stationary currents in the Sea of Okhotsk (prognostic model). Proc. VNIRO, 119, 24–30



Оценка экологических рисков и математическое моделирование распространения разливов судового топлива в морской среде

СОДЕРЖАНИЕ

1	Общее описание	4
2	Анализ рисков разливов углеводородов при проведении комплексных геофизических исследований в акватории Охотского моря	8
3	Основные процессы, определяющие поведение углеводородов в морской среде	15
4	Характеристика модельно-расчётного комплекса «Эко-риск»	21
5	Методика оценки распространения углеводородов в аварийных ситуациях	24
6	Исходные данные для расчетов	26
7	Результаты математического моделирования аварийных разливов дизельного топлива 34	34
8	Выводы	88
	Приложение 1. Описание математической модели «ЭКО-РИСК»	125
	Приложение 2. Характеристика гидродинамических процессов и моделирование течений в Охотском море	139
	1. Описание гидродинамических условий Охотского моря	139
	Список литературы	153



Программа работ «Создание региональной сети опорных геолого-геофизических профилей с целью изучения геологического строения, структуры и оценки перспектив нефтегазоносности осадочных бассейнов Охотского моря»

ПРИЛОЖЕНИЕ К ЗАКЛЮЧЕНИЕ РОСРЫБОЛОВСТВА



Программа работ «Создание региональной сети опорных геолого-геофизических профилей с целью изучения геологического строения, структуры и оценки перспектив нефтегазоносности осадочных бассейнов Охотского моря»



МИНСЕЛЬХОЗ РОССИИ

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО
РЫБОЛОВСТВУ
(РОСРЫБОЛОВСТВО)**

ЗАМЕСТИТЕЛЬ РУКОВОДИТЕЛЯ

Росадрес: Москва 0-р, д. 12, Москва, 107996
Факс: (495) 628-19-01, 987-05-54 тел. (495) 628-13-20
E-mail: harbour@fishcom.ru
<http://fish.gov.ru>

28.09.2020 *2020-09-28/1671* *28.09.2020 г.*
Ил. № _____

ООО «ЦМИ МГУ»

ул. Ленинские Горы, д. 1, стр. 77,
г. Москва, 119234

Копия: Сахалино-Курильское
территориальное управление

Охотское территориальное управление

Северо-Восточное территориальное
управление Росрыболовства

Заключение

о согласовании осуществления деятельности в рамках Программы работ «Создание региональной сети опорных геолого-геофизических профилей с целью изучения геологического строения, структуры и оценки перспектив нефтегазоносности осадочных бассейнов Охотского моря»

Федеральное агентство по рыболовству рассмотрело Программу работ «Создание региональной сети опорных геолого-геофизических профилей с целью изучения геологического строения, структуры и оценки перспектив нефтегазоносности осадочных бассейнов Охотского моря» (далее – программа).

Программа разработана в соответствии с заданием, утвержденным ФГБУ «ВНИГНИ».

Согласно программе намечаемая деятельность планируется на участках сублиторали, шельфа, материкового свала в северной части Охотского моря, а также в глубоководной котловине в центральной и южной частях Охотского моря. Минимальные глубины в районе профилирования составят около 20 м в районе залива Терпения.



Координаты угловых точек площади полевых работ (СК-42)

Номер точки	Северная широта			Восточная долгота		
	град.	мин.	сек.	град.	мин.	сек.
1	46	01	10.2	142	10	44.4
2	45	42	42.8	142	08	52.8
3	44	43	59.2	146	01	26.4
4	45	03	45.0	146	17	24.0
5	48	04	56.6	152	02	38.4
6	49	32	15.4	152	46	01.2
7	50	06	13.0	154	33	10.9
8	56	06	00.0	153	56	60.0
9	57	47	60.0	154	19	58.8
10	58	30	00.0	155	00	00.0
11	59	01	50.2	154	30	47.6
12	58	47	30.1	152	56	42.0
13	57	40	03.0	152	59	42.0
14	57	39	45.0	151	45	00.0
15	57	39	45.0	150	59	45.6
16	57	29	13.6	145	32	06.0
17	56	11	35.2	145	38	52.8
18	56	09	45.0	143	42	50.4
19	55	54	24.1	140	42	32.4
20	53	50	47.9	141	12	03.6
21	53	50	28.0	142	15	21.6
22	54	24	43.1	142	01	40.8
23	54	30	24.9	142	52	19.2
24	54	00	01.8	143	07	19.2
25	53	58	22.8	144	08	09.6
26	50	43	54.9	144	58	48.0
27	50	45	42.8	143	54	18.0
28	50	28	42.2	144	00	18.0
29	50	17	55.7	145	05	20.4
30	49	36	15.8	145	23	09.6
31	49	25	39.4	144	20	34.8
32	48	40	30.8	144	51	10.8
33	48	34	04.8	144	46	37.2
34	49	04	03.9	142	57	18.0

от точки 34 до точки 1 граница объекта проходит по сухопутной границе о. Сахалин

Программой предусмотрены комплексные геофизические исследования в составе:

- сейсморазведочные исследования методом отраженных волн общей глубинной точки двухмерной модификации (МОВ ОГТ 2D) в объеме 8900 п. км;



- гравиметрия надводная в объеме 8900 п. км;
- дифференциальная гидромагнитометрия в объеме 8900 п. км;
- навигационно-гидрографические работы;
- предварительная обработка полученных данных на борту судна, контроль качества получаемой информации.

Площадь исследуемого участка составит 897570,6 км², максимальная глубина изучения – не менее 12 км.

Сейсморазведочные работы предусмотрены специализированным научно-исследовательским судном «Николай Трубяччинский» в процессе круглосуточного непрерывного движения судна по профилям согласно схеме расположения профилей со скоростью около 4,5 узла. В рамках программы планируется отработка 15 профилей.

Объем работ сейсморазведочных работ МОВ ОГТ 2D во внешней неритической зоне и на шельфе (глубины от 11 до 300 м) составит ориентировочно 860 пог. км, за пределами шельфа на глубинах более 300 м – 8040 пог. км.

Параметры морских сейсморазведочных работ

№	Основные характеристики методики полевых наблюдений	Характеристики / Параметры
1.	Метод	МОВ ОГТ 2D
2.	Тип сеймостанции, разрядность (бит)	Цифровая, 24 Bit, Sercel Seal
3.	Количество каналов (используемое)	648
4.	Шаг дискретизации, мс	2
5.	Тип сейсмоприемников	гидрофон
6.	Расстояние между пунктами возбуждения колебаний (ПВ), м	37,5
7.	Система наблюдений	фланговая
8.	База группирования СП, м	12,5
9.	Номинальная кратность (в зоне полнократного ОГТ)	108
10.	Минимальная разрешенная кратность (в зоне полнократного ОГТ)	100
11.	Расстояние между центрами групп СП, м	12,5
12.	Глубина буксировки группы пневмоисточников, м	6+1
13.	Глубина буксировки приемного устройства, м	7-9
14.	Минимальное расстояние ПВ – ПН, м	100
15.	Максимальное расстояние ПВ – ПН, м	8100
16.	Для невзрывных (ПИ) источников: объем, куб. дюйм	4280 куб. дюймов



№	Основные характеристики методики полевых наблюдений	Характеристики / Параметры
17.	Длина записи, с.	12
18.	Формат записи	SEG-Y, SEG-D
19.	Точность планово-высотной привязки пунктов физических наблюдений	± 5 м

Забортное оборудование представлено пневматическими источниками (ПИ), сейсмоприемной косой и различными буюми для позиционирования действующего оборудования.

В качестве излучателя акустического сигнала будут использоваться пневматические источники BOLT 1500/1900LLXT. В рамках программы планируется задействовать конфигурацию буксируемого массива пневмоисточников объемом 4280 куб. дюймов.

Параметры пневмоисточника

Параметр	Наименование
Тип источника	BOLT 1500/1900
Поплавковые опоры источников (тип / изготовитель / модель)	Ваго, жесткие
Кол-во подгрупп (линий) в массиве:	4
Конфигурация массива	Количество ПИ в линиях: 7 + 8 + 8 + 7 пушек соответственно, с левого борта на правый, всего 32 пушки, 30 источника – активные, два – запасных.
Объем подгруппы:	1-1005 куб.д, 2-1235 куб.д, 3-1235 куб.д, 4-1005 куб.д.
Общий объем по источнику:	4280 куб.д
Выходной сигнал измерительного прибора (0-128 Гц) двойная амплитуда:	153 +/- 1.42, бар-м
Отношение пика сигнала к сигналу от газового пузыря (0-128 Гц):	24.3 +/- 2.98
Тип / название регулятора источника:	GunLink 2000
Кол-во датчиков глубины в группе:	3 (три)
Рабочее давление источника:	2000 psi
Кол-во / тип запасных пневмопушек на борту:	3 /1900 LLXT
Диапазон глубин буксировки	6±1 м



Параметр	Наименование
Длина и ширина предлагаемой расстановки	Длина 15 м, ширина 35 м
Минимальное расстояние между элементами расстановки	2,5 м
Максимальное расстояние между группами	10 м – 15 м – 10 м
Объемы группы альтернативных источников:	Не предусмотрено
Максимальная скорость судна для шага ПВ 37,5 м:	5,5 узла

В качестве приемного устройства предусмотрено использование сейсмической косы из ряда элементов или секций Stretch Sections (SSAS), в совокупности обеспечивающих функционирование устройства.

Надводная гравиметрия, магнитометрия и навигационно-гидрографические работы предусмотрены параллельно с сейсморазведочными работами.

Надводная гравиметрия предусмотрена с использованием двух гравиметров Чекан-АМ модификации «Шельф» (основной и запасной).

Дифференциальные магнитометрические наблюдения будут выполняться на НИС «Николай Трубытчинский» магнитометрами SeaSPY2.

Перед началом работ планируется провести опытно-методические работы (ОМР) по следующей программе:

- настройка сейсмокосы, балансировка, определение глубины буксировки приемного устройства;
- выбор глубины погружения пневмоисточников и объема линий ПИ;
- отладка программ регистрации положения концевой буя сейсмокосы, несущего приемник системы GPS и модем.

При проведении ОМР запланировано ориентировано 500 импульсов ПВ, время проведения работ составит 2,5 судно-суток.

Итоговый объем работ принят с учетом стандартного прецедента 15 %.



Объем работ по участкам

Этап работ	Соотношение объемов работ в отдельных ландшафтных зонах, %	Количество ПВ по программе	Количество ПВ с учетом преплота (15 %)	Количество ПВ с учетом «мягкого старта»	Итоговое количество ПВ
Опытно-методические работы (глубины более 200 м)	-	500	-	-	500
Участок юго-восточного Сахалина, включая залив Терпения (глубины от 20 до 300 м)	2,6	6143	7064	160	7224
Северный участок Охотского моря (глубины 200-300 м)	7,1	16776	19292	320	19612
Центральная и южная часть Охотского моря (глубины более 300 м)	90,3	213356	245359	1680	247039
Итого	100	236775	271715	2160	274375

Проведение морских геофизических исследований (сейсморазведка МОВ ОГТ 2D, гравиразведка, магниторазведка в объеме 8900 пог. км каждого метода), предварительная обработка полученных данных на борту судна, контроль качества получаемой информации предусмотрены в период 2 квартал 2021 г. – 4 квартал 2021 г.

Геофизические исследования намечаются в безледовый навигационный период в круглосуточном режиме.

Общая продолжительность работ по сейсмопрофилированию (с учетом преплота 15 % и ОМР) составит 112 суток, из них в районе юго-восточного Сахалина и в зал. Терпения – 3 суток, в районе северного шельфа и свала глубин – 10 суток, в районе глубоководной котловины центральной и южной части Охотского моря – 99 суток.

Для осуществления судоходства предусмотрен забор морской воды посредством всасывающих клапанов через кингстонные коробки, расположенные в носовой и кормовой части научно-исследовательского судна.



Водоотведение в рамках программы предусмотрено с соблюдением требований Международной конвенции по предотвращению загрязнений с судов (МАРПОЛ 73/78).

Программой запланированы к проведению природоохранные мероприятия, в том числе по снижению и предотвращению негативного воздействия на водные биоресурсы и среду их обитания, предусматривающие:

- ограничение сроков производства работ в период преднерестовой миграции производителей рыб и нагула молоди массовых видов лососей (кеты и горбуши) в районах внутреннего шельфа (третья декада июля - вторая декада сентября);

- соблюдение процедуры «мягкого старта»;

- соблюдение требований МАРПОЛ 73/78;

- проведение производственного экологического контроля (мониторинга), в том числе за состоянием водных биоресурсов и среды их обитания.

Гидробиологическая характеристика Охотского моря приведена в материалах программы по результатам специализированных исследований (изысканий), согласно которым промысел в северной части Охотского моря базируется на массовых видах морских пелагических и донных рыб (минтай, сельдь, мойва, треска, камбалы), а также на проходных видах (горбуша, кета, кижуч, нерка, гольцы). В южной части Охотского моря, кроме минтая и сельди, в массовом количестве отмечается молодь одноперых терпугов, сардина-иваси и сайра.

В ихтиопланктоне отмечена икра и личинки минтая, камбал, сельди, мойвы, терпуговых, палтусов и других видов рыб. Общая численность икры на участке юго-восточного Сахалина, включая залив Терпения (глубины от 20 до 300 м), составляет 0,855 экз./м³, личинок – 0,036 экз./м³, на северном участке Охотского моря с учетом ОМР – 2,209 экз./м³ икры и 0,148 экз./м³



личинок, в центральной и южной части Охотского моря (глубины более 300 м) – 0,056 икры экз./м³ и 0,00006 экз./м³ личинок.

В составе фитопланктона отмечены диатомовые, динофитовые, зеленые, криптофитовые водоросли. Средняя биомасса фитопланктона на участке юго-восточного Сахалина, включая залив Терпения (глубины от 20 до 300 м), составляет 0,135 г/м³, на северном участке Охотского моря с учетом ОМР (глубины 200-300 м) – 0,046 г/м³, в центральной и южной части Охотского моря (глубины более 300 м) – 0,679 г/м³.

Зоопланктон представлен копеподами, полихетами, щетинкочелюстными, бокоплавами, мизидами и личинками донных организмов. Общая биомасса зоопланктона на участке юго-восточного Сахалина, включая залив Терпения (глубины от 20 до 300 м), составляет 1,178 г/м³, на северном участке Охотского моря с учетом ОМР (глубины 200-300 м) – 0,732 г/м³, в центральной и южной части Охотского моря (глубины более 300 м) – 1,152 г/м³.

В составе бентоса отмечены двустворчатые и брюхоногие моллюски, полихеты, сипункулиды, губки, ракообразные и другие организмы. Среднегодовалая биомасса макробентоса для всего участка открытой части Охотского моря составляет ориентировочно 88,52 г/м².

Согласно программе производство работ окажет негативное воздействие на водные биоресурсы и среду их обитания в результате гибели фитопланктона, зоопланктона и ихтиопланктона при работе пневмоисточников.

В связи со значительными глубинами моря в районе работ, расстояние от пневмоисточников до дна будет намного больше предельного радиуса воздействия на донные организмы.

Расчеты вреда водным биоресурсам и объемов мероприятий по восстановлению их нарушаемого состояния выполнены ООО «ЦМИ МГУ» согласно положениям Методики исчисления размера вреда,



причиненного водным биологическим ресурсам, утвержденной приказом Росрыболовства от 25 ноября 2011 г. № 1166 (далее – Методика).

Согласно этим расчетам, реализация программы повлечет потери водных биоресурсов в размере 30082,4 кг.

В качестве мероприятий по восстановлению нарушаемого состояния водных биоресурсов планируется искусственное воспроизводство и выпуск в водные объекты Восточно-Сахалинской промысловой подзоны молоди кижуча средней навеской 2 г или молоди горбуши средней навеской 0,28 г либо молоди кеты средней навеской 0,7 г.

Расчет количества молоди рыб

Вид воспроизводимой молоди	Средняя масса производителей, кг	Кoeff. пром. возврата молоди, %	Количество воспроизводимой молоди, шт.
Горбуша	1,35	0,7	3183323
Кижуч	3,6	0,5	1671244
Кета	3,25	0,5	1851225

Для расчета количества планируемой к выпуску молоди рыб приняты биотехнические показатели: средний вес производителей согласно Методике расчета объема добычи (вылова) водных биологических ресурсов, необходимого для обеспечения деятельности рыбоводных хозяйств, при осуществлении рыболовства в целях аквакультуры (рыбоводства), утвержденной приказом Минсельхоза России от 30 января 2015 г. № 25; величины промыслового возврата молоди рыб согласно таблице 2 Приложения к Методике и по данным Сахалино-Курильского территориального управления Росрыболовства (письмо от 21 августа 2020 г. № 09-02/5838).

Росрыболовство, с учетом имеющихся данных о производственных мощностях по искусственному воспроизводству, считает наиболее целесообразным осуществить компенсационные мероприятия выпуском 1851225 экз. молоди кеты средней штучной навеской 0,7 г в водные объекты Дальневосточного рыбохозяйственного бассейна одновременно.



Учитывая изложенное, Росрыболовство считает воздействие намечаемой деятельности на водные биоресурсы и среду их обитания допустимым и согласовывает её осуществление в рамках Программы работ «Создание региональной сети опорных геолого-геофизических профилей с целью изучения геологического строения, структуры и оценки перспектив нефтегазоносности осадочных бассейнов Охотского моря» при выполнении следующих условий:

– проведения запланированных природоохранных мероприятий, в том числе ограничения сроков производства работ в период преднерестовой миграции производителей рыб и нагула молоди массовых видов лососей (кеты и горбуши) в районах внутреннего шельфа (третья декада июля - вторая декада сентября);

– выпуска 1851225 экз. молоди кеты средней штучной навеской 0,7 г (единовременно) в водные объекты Дальневосточного рыбохозяйственного бассейна и сроки, установленные договорами искусственного воспроизводства водных биоресурсов, заключаемыми с Сахалино-Курильским территориальным управлением Росрыболовства.

Дополнительно Росрыболовство сообщает, что несоблюдение мер по сохранению водных биологических ресурсов и среды их обитания влечет наложение административного штрафа по статье 8.48 Кодекса Российской Федерации об административных правонарушениях.

М.С. Иваник



Программа работ «Создание региональной сети опорных геолого-геофизических профилей с целью изучения геологического строения, структуры и оценки перспектив нефтегазоносности осадочных бассейнов Охотского моря»

ПРИЛОЖЕНИЕ Л ПИСЬМО ФЕДЕРАЛЬНОГО АГЕНТСТВА ПО
НЕДРОПОЛЬЗОВАНИЮ ОБ ОТСУТСТВИИ НЕОБХОДИМОСТИ ПОЛУЧЕНИЯ
ЛИЦЕНЗИИ НА ПОЛЬЗОВАНИЕ НЕДРАМИ



Программа работ «Создание региональной сети опорных геолого-геофизических профилей с целью изучения геологического строения, структуры и оценки перспектив нефтегазоносности осадочных бассейнов Охотского моря»



МИНИСТЕРСТВО ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ И ЭКОЛОГИИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
(Минприроды России)

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО
ПО НЕДРОПОЛЬЗОВАНИЮ**

(Роснедра)
Б. Грузинская ул., д. 4/В, Москва, Россия, 125993
Тел.: (499) 766-26-69, факс: (499) 254-82-77
E-mail: rosneдра@rosneдра.gov.ru



107118 975104
№ ОК-03-31/9650
от 02.07.2020

Генеральному директору
ОАО «МАГЭ»

А.Г. Казанину

ул. Софьи Петровской, 26,
г. Мурманск, 183038

Уважаемый Алексей Геннадьевич!

Федеральное агентство по недропользованию возвращает заявочные материалы для получения лицензии на пользование недрами для геологического изучения за счет государственных средств по объекту «Создание региональной сети опорных геолого-геофизических профилей с целью изучения геологического строения, структуры и оценки перспектив нефтегазоносности осадочных бассейнов Охотского моря» на основании Контракта от 04.06.2020 № 0373100135320000017-0767715-01 и сообщает следующее.

Согласно п. 3 ч. 3 ст. 2.1 Закона Российской Федерации от 21.02.1992 № 2395-1 «О недрах» (далее – Закон РФ «О недрах») участки недр внутренних морских вод, территориального моря, континентального шельфа Российской Федерации относятся к участкам недр федерального значения.

В соответствии с ч. 4 ст. 11 Закона РФ «О недрах» удостоверение права проведения работ по региональному геологическому изучению недр лицензией на пользование недрами законодательством не предусмотрено.

Согласно абз. 3 п. 1 Положения о порядке лицензирования пользования недрами, утвержденного постановлением Верховного Совета Российской Федерации от 15.07.1992 № 3314-1, на право ведения региональных геолого-геофизических работ, проводимых без существенного нарушения целостности недр, получение лицензии не требуется.

Специальный порядок предоставления лицензий на пользование недрами в целях регионального геологического изучения недр, осуществляемого за счет государственных средств на участках недр федерального значения континентального шельфа Российской Федерации, нормативно не предусмотрен.

Согласно ч. 3 ст. 36.1 Закона РФ «О недрах» мероприятия по государственному геологическому изучению недр, включая региональное геологическое изучение недр независимо от территории ведения работ осуществляются государственными (бюджетными или автономными) учреждениями, находящимися в ведении федерального органа управления



государственным фондом недр или его территориального органа, на основании государственного задания.

Учитывая вышесказанное, согласно действующему законодательству о недрах отсутствуют основания для оформления и выдачи лицензий на пользование недрами в целях регионального геологического изучения недр, осуществляемого подведомственным учреждением Роснедр за счет государственных средств на участках недр федерального значения континентального шельфа Российской Федерации и проводимого без существенного нарушения целостности недр.

В свою очередь, согласно ч. 5 ст. 9, ч. 3 ст. 22 Закона РФ «О недрах», абз. 7 п. 16.1 Положения о порядке лицензирования пользования недрами пользователь недр вправе для выполнения работ на участке недр осуществлять привлечение подрядных организаций. При этом, привлекаемые подведомственным учреждением Роснедр подрядные организации, участвуют в проведении регионального геологического изучения недр и осуществляют выполнение отдельных видов работ в соответствии с заключенным с ними договором.

Приложение: заявочные материалы – 1 папка.

Заместитель Руководителя

О.С. Каспаров

Столярова Ю.А. 8(499) 254 29 11