

**ОБЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ  
«ВолгоградНИПИморнефть»**

Заказчик — ООО «Газпром добыча шельф Южно-Сахалинск»

**ПЛАН ПРЕДУПРЕЖДЕНИЯ И ЛИКВИДАЦИИ  
РАЗЛИВОВ НЕФТИ И НЕФТЕПРОДУКТОВ  
(КИРИНСКОЕ ГАЗОКОНДЕНСАТНОЕ МЕСТОРОЖДЕНИЕ  
(МОРСКОЙ УЧАСТОК))**

**ТЕХНИЧЕСКИЙ ОТЧЕТ ПО МАТЕМАТИЧЕСКОМУ  
МОДЕЛИРОВАНИЮ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ГАЗОВОГО КОНДЕНСАТА  
ПОДВОДНОГО ТРУБОПРОВОДА ГАЗОСБОРНОГО КОЛЛЕКТОРА  
(ПРИБРЕЖНАЯ ЗОНА) КИРИНСКОГО ГКМ, С УЧЕТОМ  
НАВИГАЦИОННО-ГИДРОГРАФИЧЕСКИХ И  
ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ ОСОБЕННОСТЕЙ РАЙОНА  
РАЗЛИВА (ВЕСНА)**

**4993-ПЛРН5.2**

**ТОМ 5.2**

Первый заместитель генерального дирек-  
тора – Директор по развитию бизнеса –  
главный инженер

\_\_\_\_\_

«25» августа 2023 г.

А.В. Скурлатов

Главный инженер проекта

\_\_\_\_\_

«25» августа 2023 г.

В.Е. Золотарев

**Содержание**

Введение .....	3
1.1 Описание нефтяной модели. Распространение нефти.....	5
1.2 Обзор моделируемых процессов выветривания .....	6
2 Сценарии распространения разливов нефти.....	9
2.1 Сценарий 1А.....	10
2.2 Сценарий 1Б.....	24
2.3 Сценарий 1В.....	35
2.4 Сценарий 2А.....	49
2.5 Сценарий 2Б.....	57
2.6 Сценарий 2В.....	65
2.7 Сценарий 3А.....	73
2.8 Сценарий 3Б.....	77
2.9 Сценарий 3В.....	81
2.10 Сценарий 4А.....	85
2.11 Сценарий 4Б.....	89
2.12 Сценарий 4В.....	93
2.13 Сценарий 5А.....	97
2.14 Сценарий 5Б.....	101
2.15 Сценарий 5В.....	105
Литература.....	109

## Введение

Для прогнозирования поведения нефти на море и определения площадей разливов использовалось математическое моделирование. Моделирование выполнялось с помощью программного продукта «PISCES 2» производства компании «Транзас», который воспроизводит процессы, происходящие в нефтяном разливе на поверхности моря: распространение, испарение, диспергирование, эмульсификация, изменение вязкости, горение, взаимодействие нефти с окружающей средой и средствами борьбы с разливами нефти.

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

Площадь разливов нефти напрямую связана с процессами, происходящими в нефтяном пятне и его взаимодействием с окружающей средой. К ним относятся: действие гравитационной составляющей, растекание, диффузия, испарение, диспергирование, эмульсификация и изменение вязкости нефти.

Включение гравитационной составляющей позволило учесть процесс перераспределения нефти из областей с большей толщиной в области с меньшей толщиной нефтяного пятна.

Процесс растекания приводит к увеличению площади пятна. Следуя решению Фэя, были рассмотрены три стадии растекания нефтяного пятна: гравитационно-инерционная стадия, гравитационно-вязкостная и поверхностно-вязкостная. Весь разлив был разделен на совокупность односвязных областей, которые рассматривались независимо. Для каждой области связности была вычислена скорость движения границы. Затем область была масштабирована в зависимости от изменения положения границы. При этом происходило смещение нефтяных частиц пропорционально расстоянию до центра масс области.

При моделировании также учитывались процессы взаимодействия нефтяного пятна с окружающей средой, к которым относятся процесс воздействия ветра и течений, а также процесс взаимодействия с берегом.

Диффузия вычислялась как случайная величина, распределенная по нормальному закону, с математическим ожиданием ноль и среднеквадратичным отклонением, равным скорости, рассчитанной в зависимости от течений и ветра.

При прогнозировании площадей разливов учитывалось испарение, которое приводит к уменьшению объема разлитой нефти.

Скорость естественной дисперсии была определена в зависимости от состояния моря и вязкости нефти. Увеличение вязкости нефти происходит за счет образования водяной эмульсии и за счет испарения легких фракций.

Включение эмульсификационной составляющей позволило рассчитать увеличение объема загрязняющего вещества за счет проникновения воды в массу разлитой нефти и образования эмульсии «вода-в-нефти».

Для моделирования процессов, происходящих в нефтяном пятне, был использован метод псевдокомпонент. При этом подходе нефть рассматривалась как смесь дискретных не взаимодействующих фракций, каждая со своими физическими и химическими свойствами.

При расчете предполагалось, что пятно под действием ветра и течений перемещается в направлении течений со скоростью течений, и в направлении ветра со скоростью, составляющей 3% от скорости ветра. Результирующее направление перемещения складывалось из направления ветра и течения геометрически. Движение каждой нефтяной частицы происходило независимо от других частиц. Перемещение нефти обуславливалось главным образом дрейфовой скоростью.

Параметр «Взаимодействие с берегом» позволил учесть при моделировании взаимодействие разлива с берегом. При расчетах учитывались особенности береговой черты и тип берега.

Использовалась модель с Лагранжевым подходом к описанию нефтяного пятна. Нефть представлялась ансамблем частиц, независимо перемещающихся под действием тече-

ний и ветра. Траектории нефтяных частиц являются двумерными, для их расчета использовались данные о двумерном поле течений. Влияние частиц друг на друга учитывалось только в процессах растекания и взаимодействия с преградами, в остальных процессах взаимное влияние частиц не учитывалось.

Поле течений определялось на основе базовых векторов с заданными изменениями скорости по времени. Течение в произвольной точке рассчитывалось посредством интерполирования значений базовых векторов с учетом условия непротекания на границе берега. Для вычисления использовалась триангуляция Делоне.

При моделировании разливов в качестве исходных данных были использованы: дислокация источника:

- дислокация источника разлива 51°25,862' СШ и 143°29,816' ВД;
- масса разлива – 0,903 т, время истечения 30с;
- тип нефтепродукта - газовый конденсат (плотность при 20 °С - 749,0 кг/м<sup>3</sup>; при 15 °С - 752,5; кинематическая вязкость при 20 °С, мм<sup>2</sup>/с, 1,45-2,0);
- тип берега (песок);
- скорость и направление ветра;
- скорость поверхностного течения: 7 см/с (направление 225 градусов). Приливное течение 30-50 см/с (направление 180 градусов, прилив; 0 градусов, отлив).;
- температура воды 4,0<sup>0</sup>С;
- температура воздуха 1,8<sup>0</sup>С;
- Высоты волн при различных скоростях ветра:
  - при скорости ветра 5 м/с высота волны – 0,5-0,9м;
  - при скорости ветра 10 м/с высота волны – более 2м;
  - при скорости ветра 15 м/с высота волны – более 2м;
  - при скорости ветра 30 м/с высота волны –7,5-7,9м;
  - при скорости ветра 35 м/с высота волны –7,5-7,9м.
- плотность воды (1024 кг/м<sup>3</sup>);
- описание берегов (электронные навигационные карты).

При выполнении данной работы использовался подробный уровень детализации, учитывающий процессы, происходящие в нефтяном пятне и процессы его взаимодействия с окружающей средой.

Прогнозирование площадей разлива газового конденсата выполнялось на 1-2-4-6-12-24-30-35-48 часов с момента разлива для различных гидрометеороусловий.

## 1.1 Описание нефтяной модели. Распространение нефти

### *Движение под действием течений и ветра*

Движение каждой нефтяной частицы происходит независимо от других частиц. Перемещение нефти обусловлено главным образом дрейфовой скоростью, которую можно записать в виде:

$$\vec{V}_{drift}(x, y) = a_w \vec{V}_w(x, y) + a_c \vec{V}_c(x, y), \quad (1)$$

где  $\vec{V}_{drift}(x, y)$  – скорость ветра;

$\vec{V}_c(x, y)$  – осредненная по глубине скорость течения;

$a_w$  – ветровой фактор,  $a_w = 0,03$ ;

$a_c$  – фактор скорости течения,  $a_c = 1,1$ .

Диффузионная компонента скорости вычисляется методом случайных чисел:

$$\vec{V}_{diff}(x, y) = \vec{V}_{drift} R_n \exp(i a_n), \quad (2)$$

где  $R_n$  – нормально распределенное случайное число от минус 1 до 1;

$a_n$  – равномерно распределенный случайный угол в пределах от 0 до  $n$ .

Уравнение движения частицы записывается следующим образом:

$$\frac{\partial \vec{X}}{\partial t} = \vec{V}_{drift}(x, y) + \vec{V}_{diff}(x, y) \quad (3)$$

### *Растекание*

Следуя решению Фэя [1], рассматриваются три стадии растекания нефтяного пятна: гравитационно-инерционная стадия, гравитационно-вязкостная и поверхностно-вязкостная.

Для большинства нефтей первая стадия является короткой, порядка минуты, и в моделировании не учитывается. Для точечного источника начальным приближением площади считаем окончание гравитационно-инерционной стадии, определяемое следующим выражением [1]:

$$A_0 = 0,84\pi \left( \frac{\Delta_w g V_0^5}{\nu_w^2} \right)^{\frac{1}{6}}, \quad (4)$$

где  $V_0$  – начальный объем разлива ( $m^3$ );

$g$  – ускорение свободного падения ( $g = 9,81 \text{ m/s}^2$ ),

$A_w$  – кинематическая вязкость воды ( $m^2/s$ );

$\Delta_w$  – относительная разность в плотностях нефти и воды:

$$\Delta_w = \frac{\rho_w - \rho_0}{\rho_w}, \quad (5)$$

Растекание, определяемое гравитационно-вязкостной стадией, происходит следующим образом: нефть вытягивается вдоль направления ветра, принимая форму эллипса, который задается в виде:

$$Q = c_1 \frac{\Delta_w^{1/6}}{\nu_w^{1/3}} V^{1/3} t^{1/4} \quad (6)$$

– малая полуось, совпадающая с решением Фэя;

$$R = Q + c_2 U^{4/3} t^{3/4} \quad (7)$$

– большая полуось, учитывающая поправку на ветер.

Здесь  $c_1 = 1,417$ ,  $c_2 = 0,15$ .

Весь разлив разделяется на совокупность односвязных областей, которые рассматриваются независимо. Для каждой области связности вычисляется скорость движения границы. Затем область масштабируется в зависимости от изменения положения границы. При этом происходит смещение нефтяных частиц пропорционально расстоянию до центра масс области.

## 1.2 Обзор моделируемых процессов выветривания

### Представление нефти, фракции

Для моделирования процессов выветривания используется метод псевдокомпонент. При этом подходе нефть рассматривается как смесь дискретных не взаимодействующих фракций, каждая со своими физическими и химическими свойствами.

В случае, если известна зависимость количества испарившейся нефти от температуры (дистилляционная кривая), псевдокомпоненты создаются осреднением экспериментальных точек [2].

Если сведения о дистилляционной кривой отсутствуют, нефть представляется в виде пяти псевдокомпонент, имеющих равные объемы и температуры кипения  $BP_i$ , зависящие от API нефти [2]:

$$BP_i = T_0 + \frac{dT}{df} \frac{i-1/2}{5}, \quad (8)$$

$$T_0 = 457,16 - 3,3447 \cdot API, \quad (9)$$

$$\frac{dT}{df} = 1356,7 - 247,36 \cdot \ln(API). \quad (10)$$

### Испарение

Испарение каждой псевдокомпоненты рассматривается независимо. Скорость испарения  $i$ -ой фракции записывается в следующем виде [3]:

$$\frac{dV_i}{dt} = A \frac{K v_i \chi_i P_{vi}}{RT}, \quad (11)$$

где  $V_i$  – объем фракции ( $m^3$ );

$A$  – площадь разлива ( $m^2$ );

$K$  – коэффициент массопереноса ( $m/s$ );

$v_i$  – молярный объем фракции ( $m^3/mol$ );

$\chi_i$  – мольная концентрация;

$P_{vi}$  – давление пара (Па);

$R$  – константа для идеального газа ( $R = 8,314 \text{ J/mol K}$ );

$T$  – температура воды (К).

Мольная концентрация  $\chi_i$  определяется следующим образом:

$$\chi_i = \frac{V_i / v_i}{\sum_i V_i / v_i}, \quad (12)$$

Корреляция для молярного объема и молекулярного веса использует модель ADIOS [2]:

$$v_i = 7 \cdot 10^{-5} - (2,102 \cdot 10^{-7} BP_i) + (1,0 \cdot 10^{-9} BP_i^2), \quad (13)$$

$$M_{wi} = 0,04132 - (1,985 \cdot 10^{-4} BP_i) + (9,494 \cdot 10^{-7} BP_i^2). \quad (14)$$

Метод нахождения давления парой фазы основан на обобщении известных в литературе экспериментальных данных [4]:

$$P_{v,i} = 1000 \cdot \exp \left\{ - \left( 4,4 + \log BPI \right) \left( 1,803 \cdot \left[ \frac{BPI}{T} - 1 \right] - 1,803 \cdot \ln \left[ \frac{BPI}{T} - 1 \right] \right) \right\} \quad (15)$$

Коэффициент массопереноса является функцией только скорости ветра  $U$  [5]:

$$K = 0,002 U^{0.78} \quad (16)$$

При малых скоростях ветра  $U$  считаем коэффициент массопереноса постоянным и равным 0,005, что соответствует скорости ветра  $U = 4$  м/с.

### **Эмульсификация**

Данный процесс описывает проникновение воды в нефть и образование эмульсии. Как правило, эмульсификация начинается через некоторое время, после того как определенное количество нефти испарится. Для моделирования этого введен параметр – константа эмульсификации ( $K_{em}$ ), выражающий в процентах количество испарившейся нефти, после чего начинается процесс образования эмульсии. Этот параметр либо задается из экспериментальных данных, либо вводится непосредственно пользователем. По умолчанию  $K_{em} = 0$ .

Для описания скорости эмульсии используется подход, предложенный Маскау О. [6]:

$$\frac{dF_{em}}{dt} = K_w \cdot (1 + U)^2 \cdot \left( 1 - \frac{F_{em}}{F_{em}^f} \right), \quad (17)$$

где  $F_{em}$  – объемное содержание воды;

$K_w$  – константа, равная  $2 \cdot 10^{-6} (s \cdot m^{-2})$ ;

$U$  – скорость ветра (м/с);

$F_{em}^f$  – параметр, определяющий конечное объемное содержание воды в нефти, зависящий от типа нефти. Для неочищенных нефтей  $F_{em}^f$  принимается равным  $F_{em}^f = 0,7$ , для очищенных  $F_{em}^f = 0,25$ .

### **Диспергирование**

При моделировании потока капель нефти в воду используется следующее выражение для скорости дисперсии нефти [6]:

$$\frac{dm_d}{dt} = 0.11 m_{oil} \frac{(1 + U)^2}{1 + 50 \mu^{1/2} h \sigma}, \quad (18)$$

где  $m_d$  (кг) – масса диспергирующей нефти;

$m_{oil}$  (кг) – масса всей нефти;

$U$  – скорость ветра (м/с);

$\sigma$  – коэффициент поверхностного натяжения (dyne/cm);

$h$  – толщина пленки (см);

$\mu$  – динамическая вязкость нефти (сР);

$t$  – время в часах.

### **Изменение вязкости нефти**

Увеличение вязкости нефти происходит за счет образования водяной эмульсии и за счет испарения легких фракций.

Изменение вязкости благодаря образованию эмульсии в модели описывается уравнением Муне [7]:

$$\mu = \mu_0 \exp \left[ \frac{C_v F_{em}}{1 - C_M F_{em}} \right], \quad (19)$$

где  $\mu_0$  – начальная вязкость нефти;

$C_v, C_M$  – эмпирические константы,  $C_v = 2,5$ , и  $C_M = 0,65$  [7].

Эффект испарения на изменение вязкости может учитываться следующим образом [6]:

$$\mu = \mu_0 \exp [C_E F_{ev}] \quad (20)$$

Константа  $C_E$  принимается равной 1 (для легких очищенных нефтепродуктов) и 10 (для неочищенных нефтей).

Окончательное соотношение для изменения вязкости имеет вид:

$$\mu = \mu_0 \exp \left[ \frac{C_v F_{em}}{1 - C_M F_{em}} + C_E F_{ev} + C_T \left( \frac{1}{T} - \frac{1}{T_0} \right) \right], \quad (21)$$

где  $T$  – текущая температура (К);

$T_0$  – температура, соответствующая вязкости  $\mu_0$ ;

$C_T$  – эмпирическая константа, рекомендуемое значение которой равно 5,0 (К) [3].

## 2 Сценарии распространения разливов нефти

Географические координаты месторасположения района подводного трубопровода – газосборного коллектора Киринского ГКМ представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Географические координаты месторасположения подводного трубопровода – газосборного коллектора Киринского ГКМ

Подводный трубопровод – газосборный коллектор	Координаты	
	Северная широта	Восточная долгота
	51°25'51,69"	143°29'48,94"

Масса разлива: газовый конденсат – 0,903 т, время истечения 30с.

Моделирование выполнено с учетом синхронизации действия факторов, способствующих возможному береговой черты.

Были рассмотрены 3 основных сценария распространения разлива конденсата: на юго-запад, на запад и на северо-запад.

При этом каждый сценарий рассчитывался в пяти вариантах:

- 1 – при скорости ветра 5 м/с;
- 2 – при скорости ветра 10 м/с;
- 3 – при скорости ветра 15 м/с;
- 4 – при скорости ветра 30 м/с;
- 5 – при скорости ветра 35 м/с.

Скорость поверхностного течения 7 см/с (направление 225 градусов). Приливное течение 30-50 см/с (направление 180 градусов, прилив; 0 градусов, отлив).

Дискретность представления данных: 1-2-4-6-12-24-30-35-48 часов с момента разлива.

Перечень параметров нефтяного пятна:

Дислокация пятна, шир. долг.;

Длина пятна, м;

Ширина пятна, м;

Количество конденсата на плаву, т;

Количество испарившегося конденсата, т;

Количество диспергированного конденсата, т;

Максимальная толщина пятна, мм;

Максимальная площадь пятна, м<sup>2</sup>;

Количество конденсата на берегу, т;

Длина загрязненной части берега, м.

**2.1 Сценарий 1А**

Разлив нефти распространяется на запад до восточного берега острова Сахалин. Направление ветра юго-восточное. Сила ветра 5 м/с.

Таблица 1А.1 – Сценарий ЧС(Н) (в течение 9 часов 10 минут)

№	Свойства разлива	1 час	2 часа	4 часа	6 часа	Полное рассеивание на 9 часов 10 минут
1	Дислокация пятна (широта, долгота)	51°24.730N 143°29.885E	51°24.005N 143°29.785E	51°24.590N 143°29.055E	51°26.890N 143°27.825E	51°28.810N 143°26.485E
2	Длина пятна, м	61	69	78	96	51
3	Ширина пятна, м	35	39	40	36	8
4	Площадь пятна, м <sup>2</sup>	1585	1936	2215	2713	327
5	Количество конденсата на плаву, т	0,9	0,8	0,7	0,7	0,01
6	Количество испарившегося конденсата, т	0	0,1	0,1	0,2	0,2
7	Количество диспергированного конденсата, т	0	0	0,1	0,1	0,1
8	Количество эмульсии на плаву, т	1,1	1,1	1,0	0,9	0,01
9	Максимальная толщина пятна, мм	1,8	1,6	1,2	1,0	0,3
10	Расстояние между источником разлива и пятном, м; пеленг, град.	2100 178	3400 180	2500 200	3000 310	6700 325
11	Количество конденсата на берегу, т	-	-	-	-	0,6
12	Длина загрязненной части берега, м	-	-	-	-	843

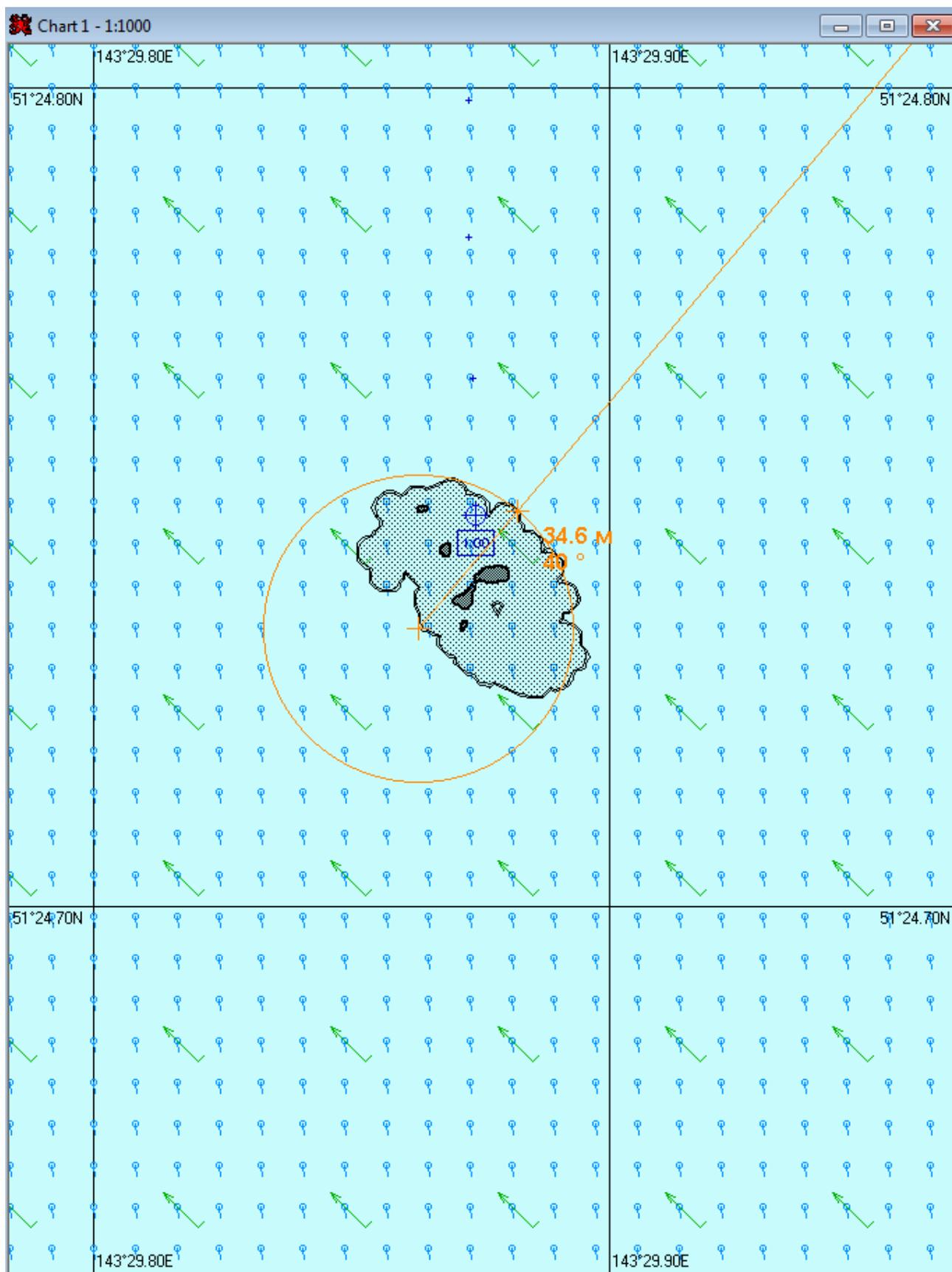


Рис. 1А.1.1. – Карта ЧС(Н) на 1 час с момента разлива (конфигурация нефтяного пятна)

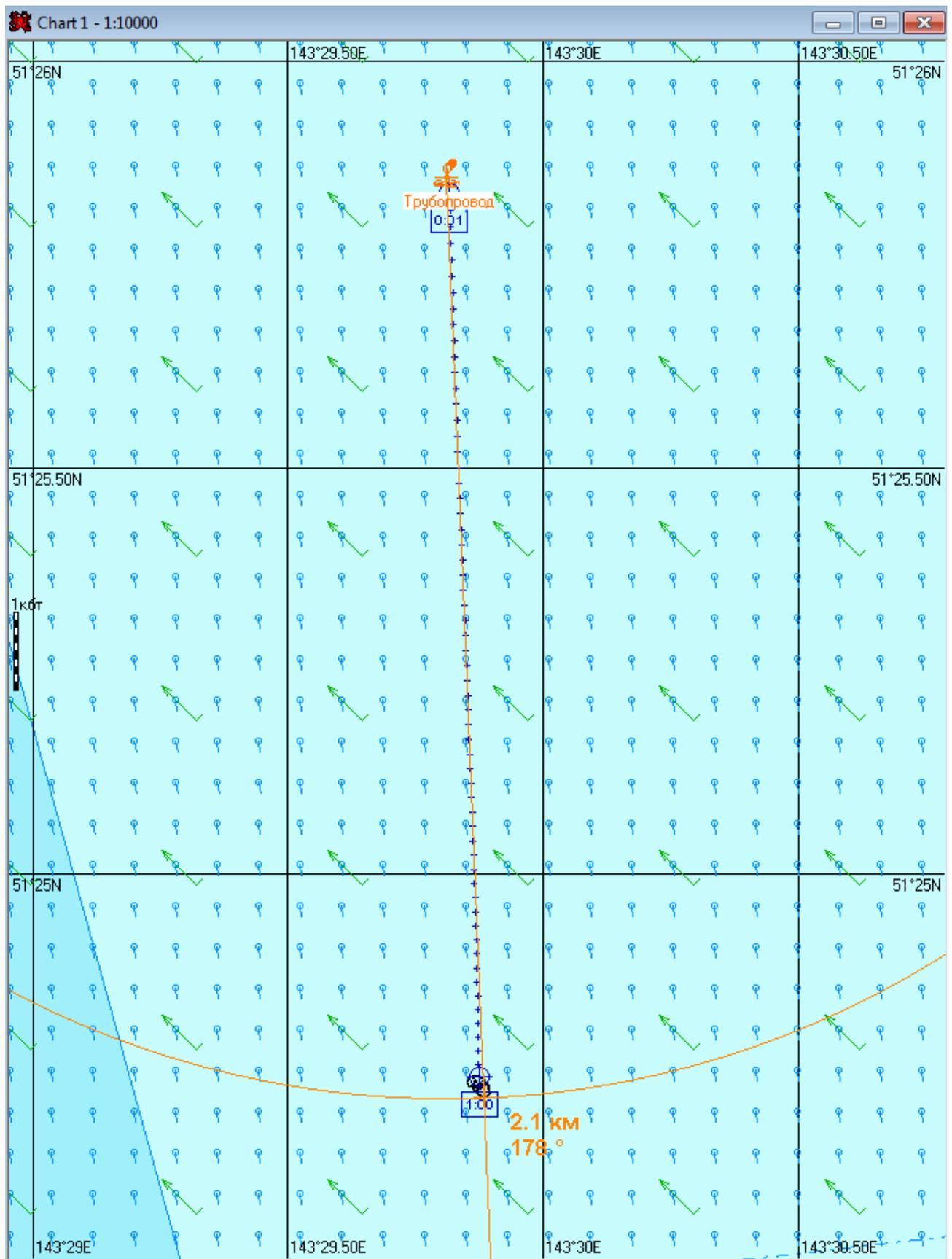


Рис. 1А.1.2. – Карта ЧС(Н) на 1 час с момента разлива (расстояние от источника разлива до дальней кромки)

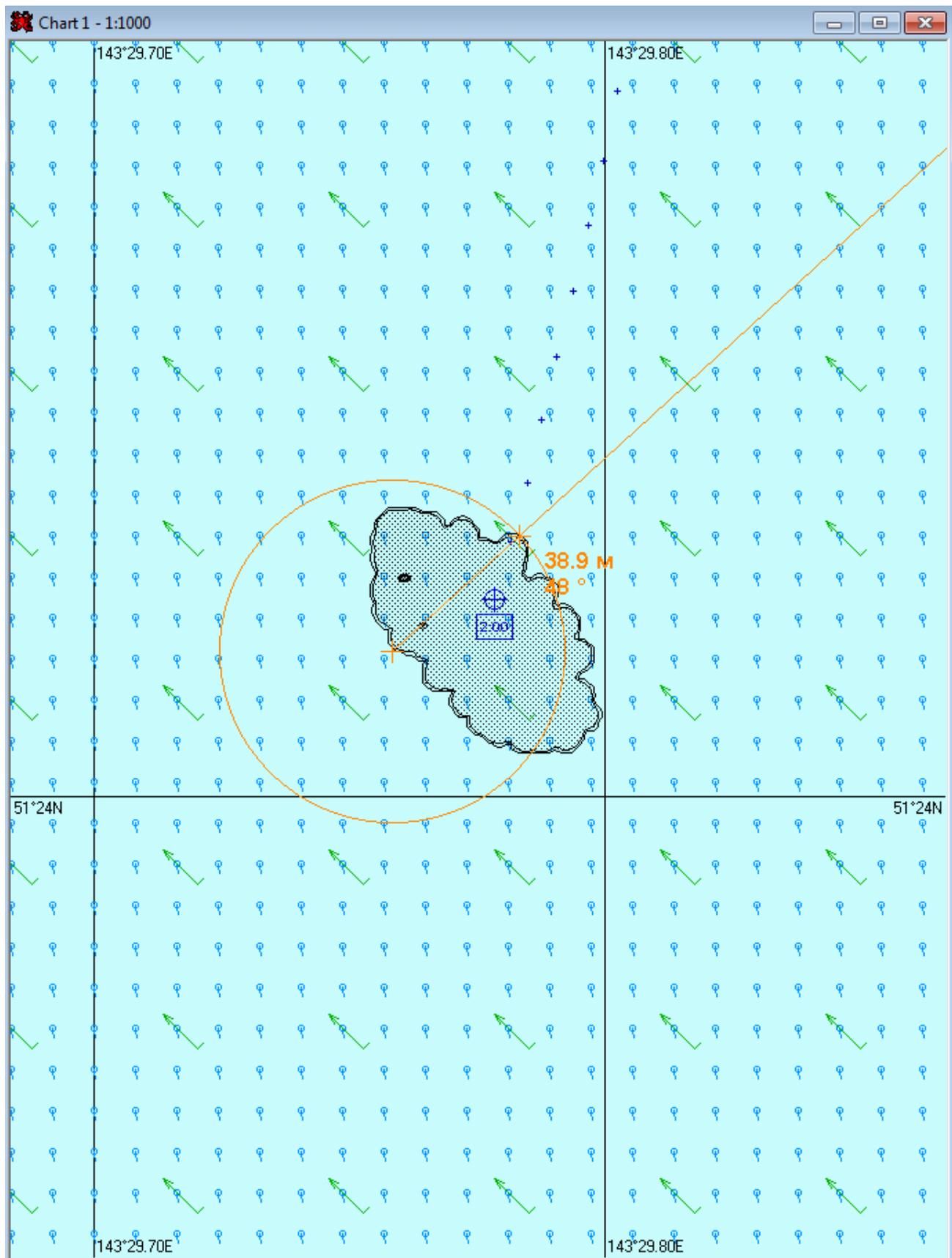


Рис. 1А.2.1. – Карта ЧС(Н) на 2 часа с момента разлива (конфигурация нефтяного пятна)

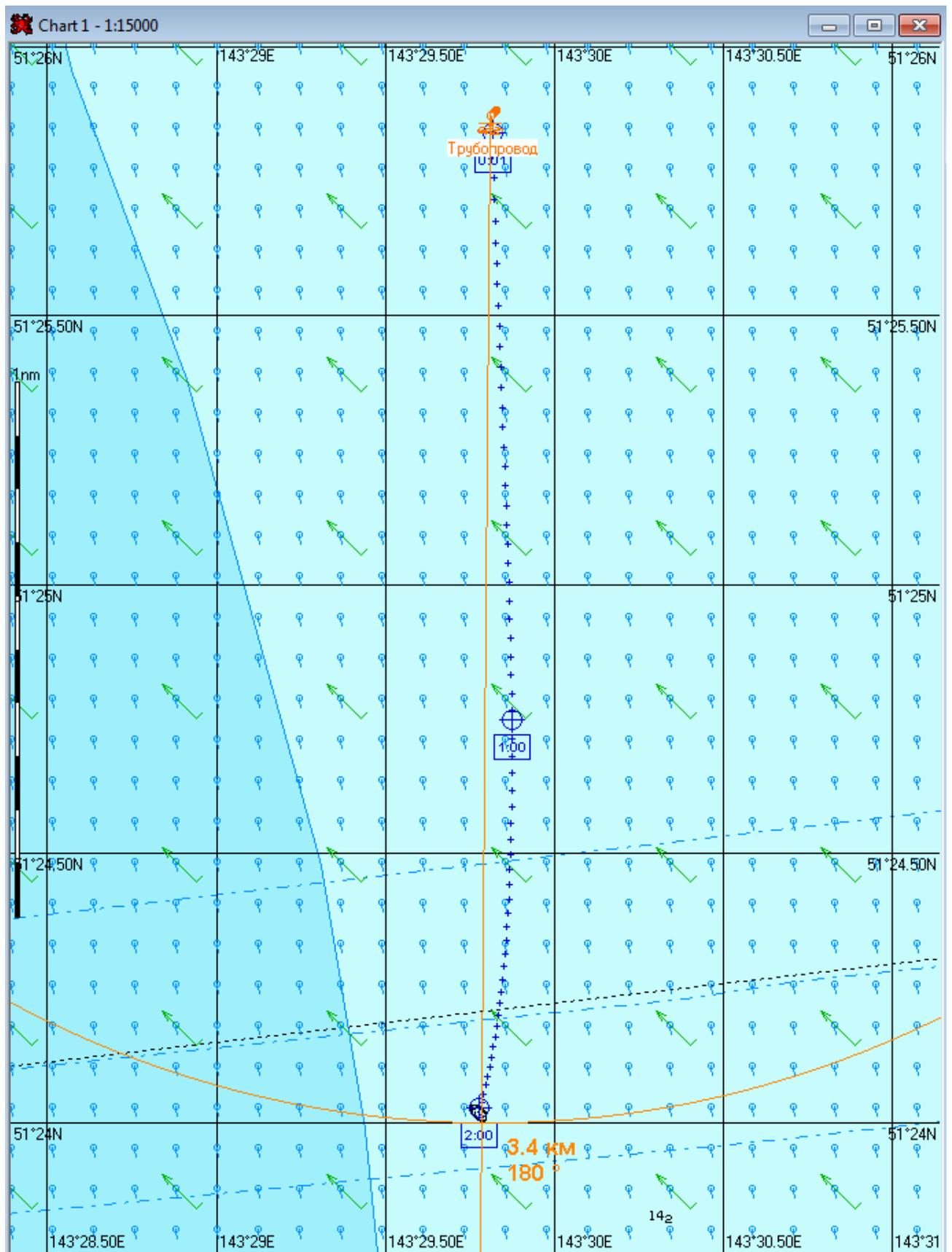


Рис. 1А.2.2. – Карта ЧС(Н) на 2 часа с момента разлива (расстояние от источника разлива до дальней кромки)

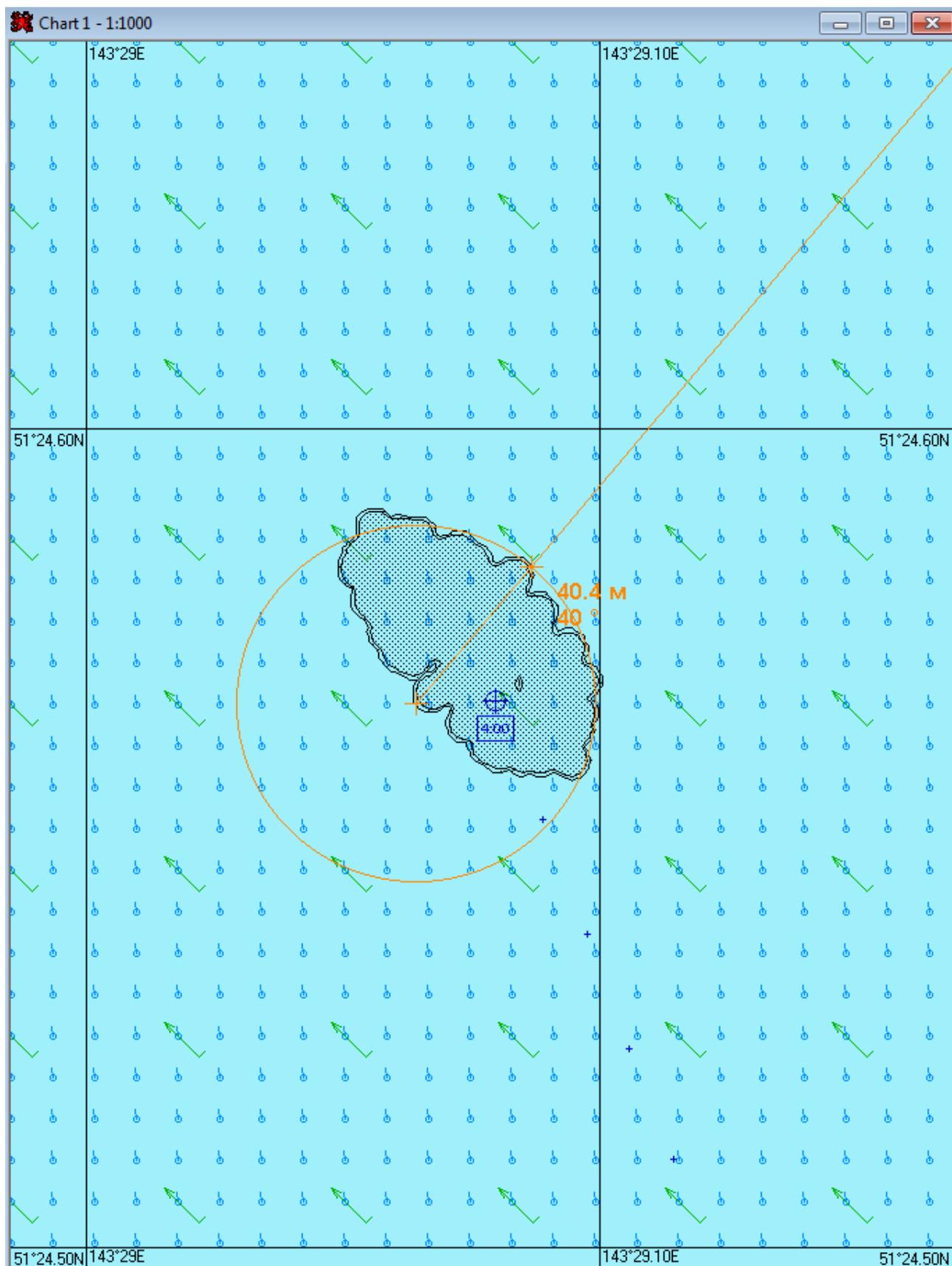


Рис. 1А.4.1. – Карта ЧС(Н) на 4 часа с момента разлива (конфигурация нефтяного пятна)

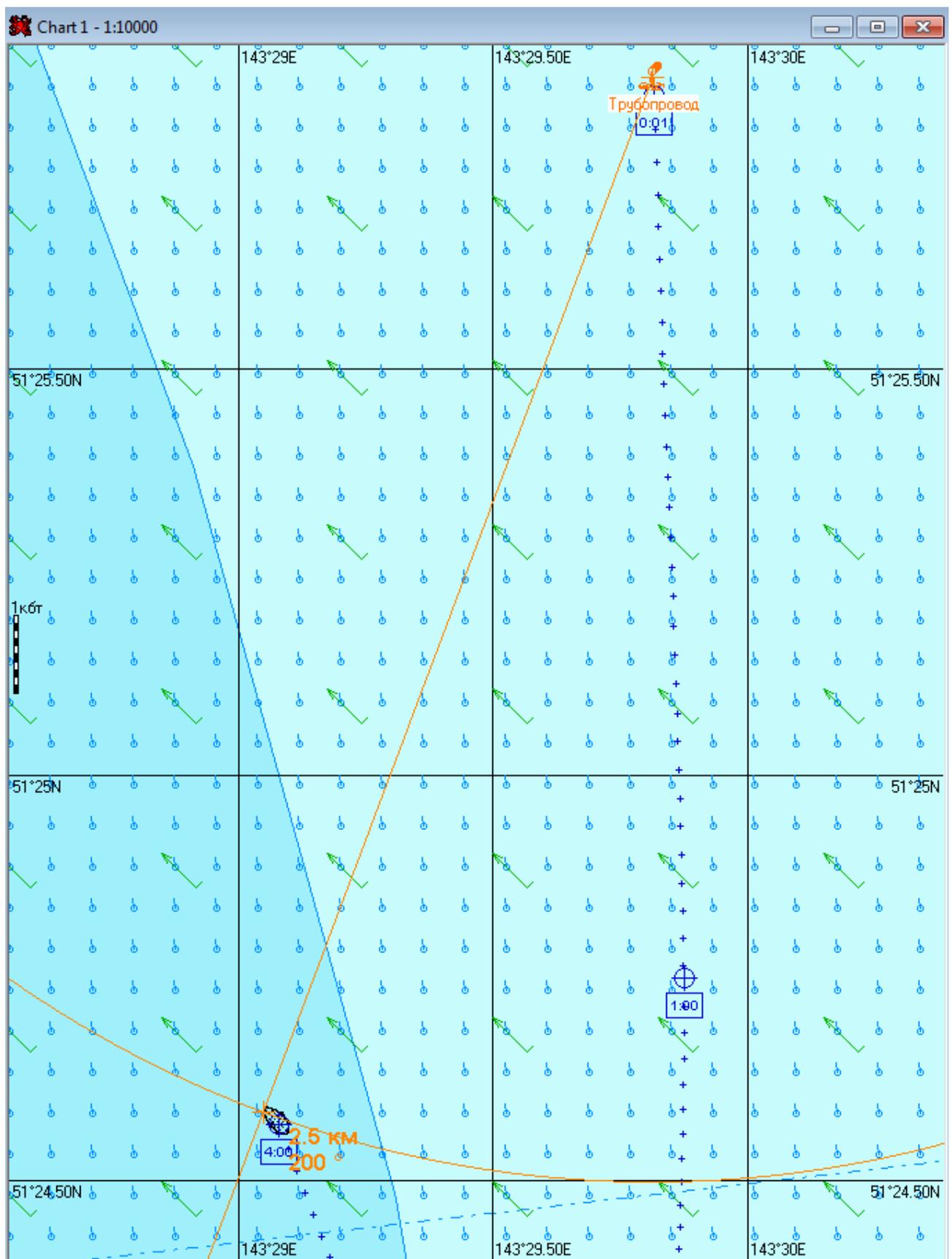


Рис. 1А.4.2. – Карта ЧС(Н) на 4 часа с момента разлива (расстояние от источника разлива до дальней кромки)

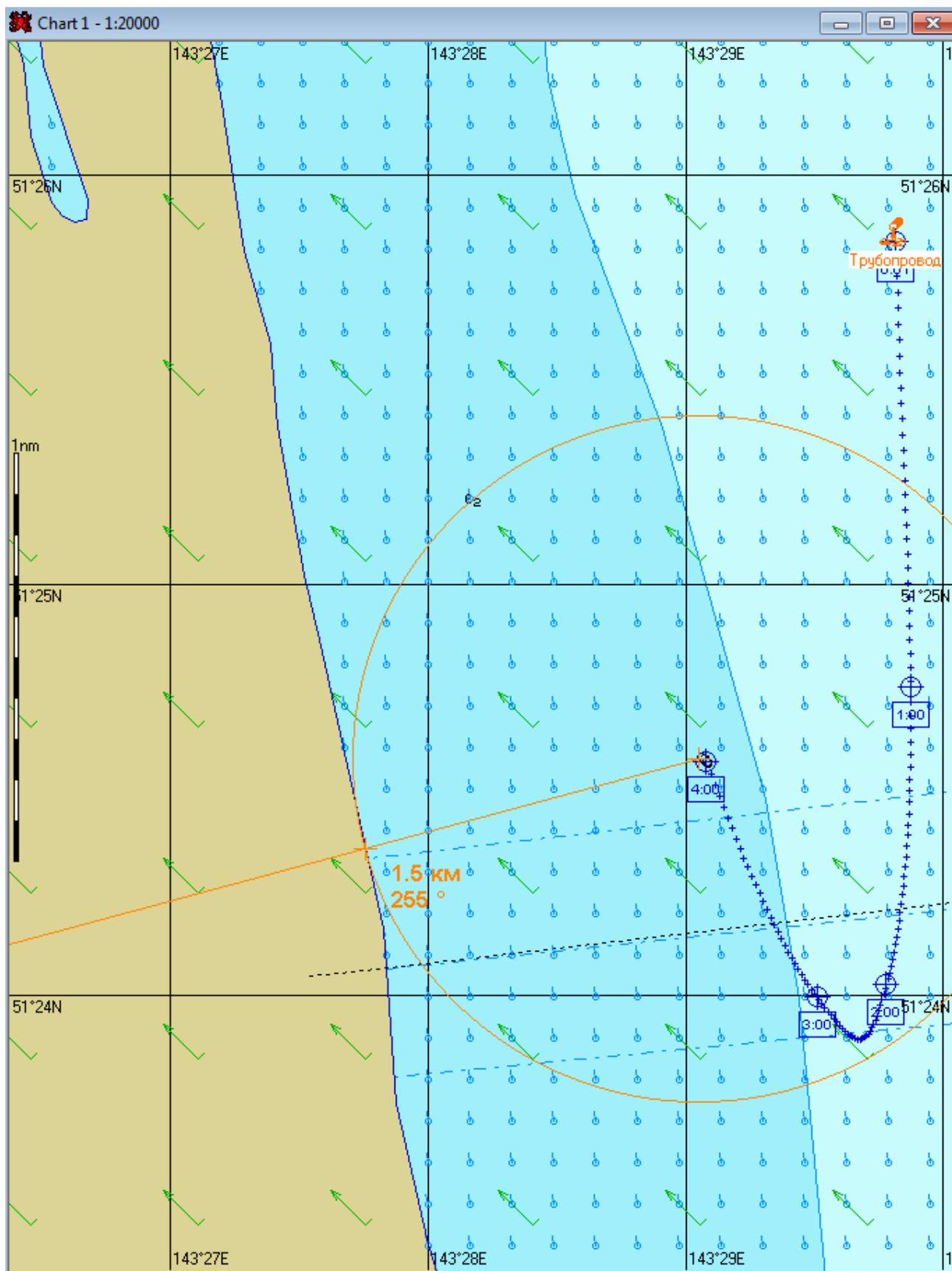


Рис. 1А.4.3. – Карта ЧС(Н) на 4 часа с момента разлива (расстояние от нефтяного пятна до береговой черты)

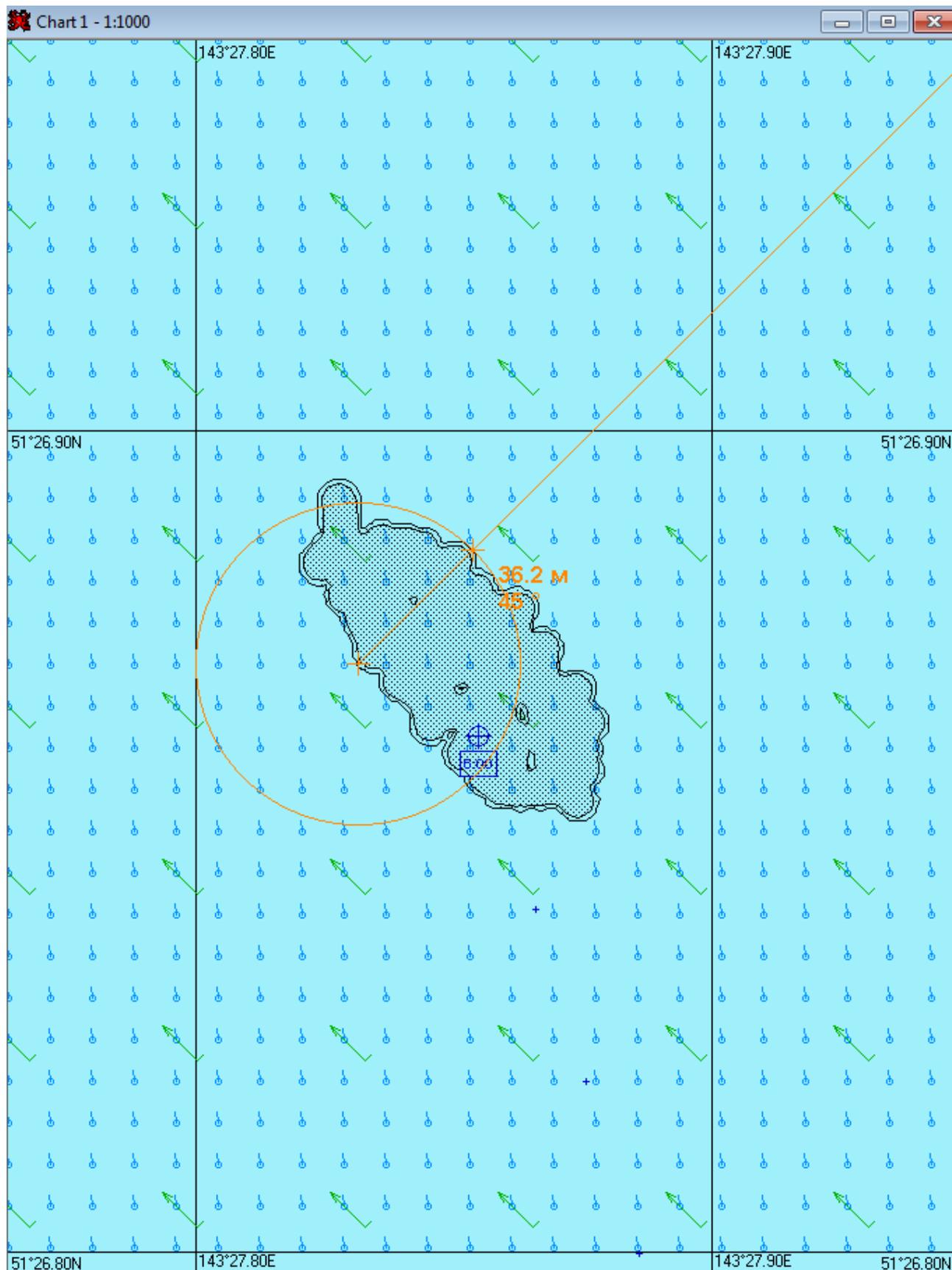


Рис. 1А.6.1. – Карта ЧС(Н) на 6 часов с момента разлива (конфигурация нефтяного пятна)

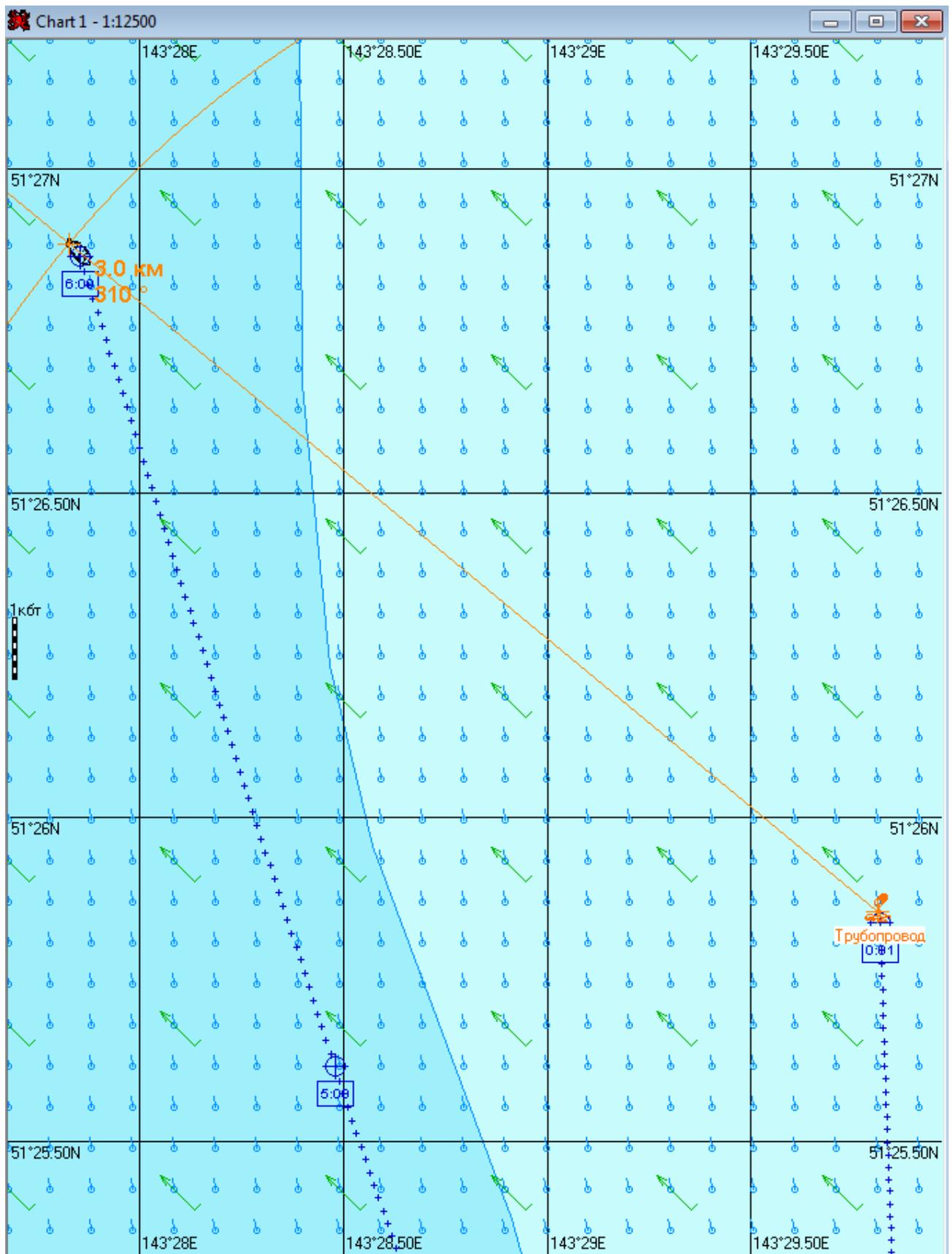


Рис. 1А.6.2. – Карта ЧС(Н) на 6 часов с момента разлива (расстояние от источника разлива до дальней кромки)

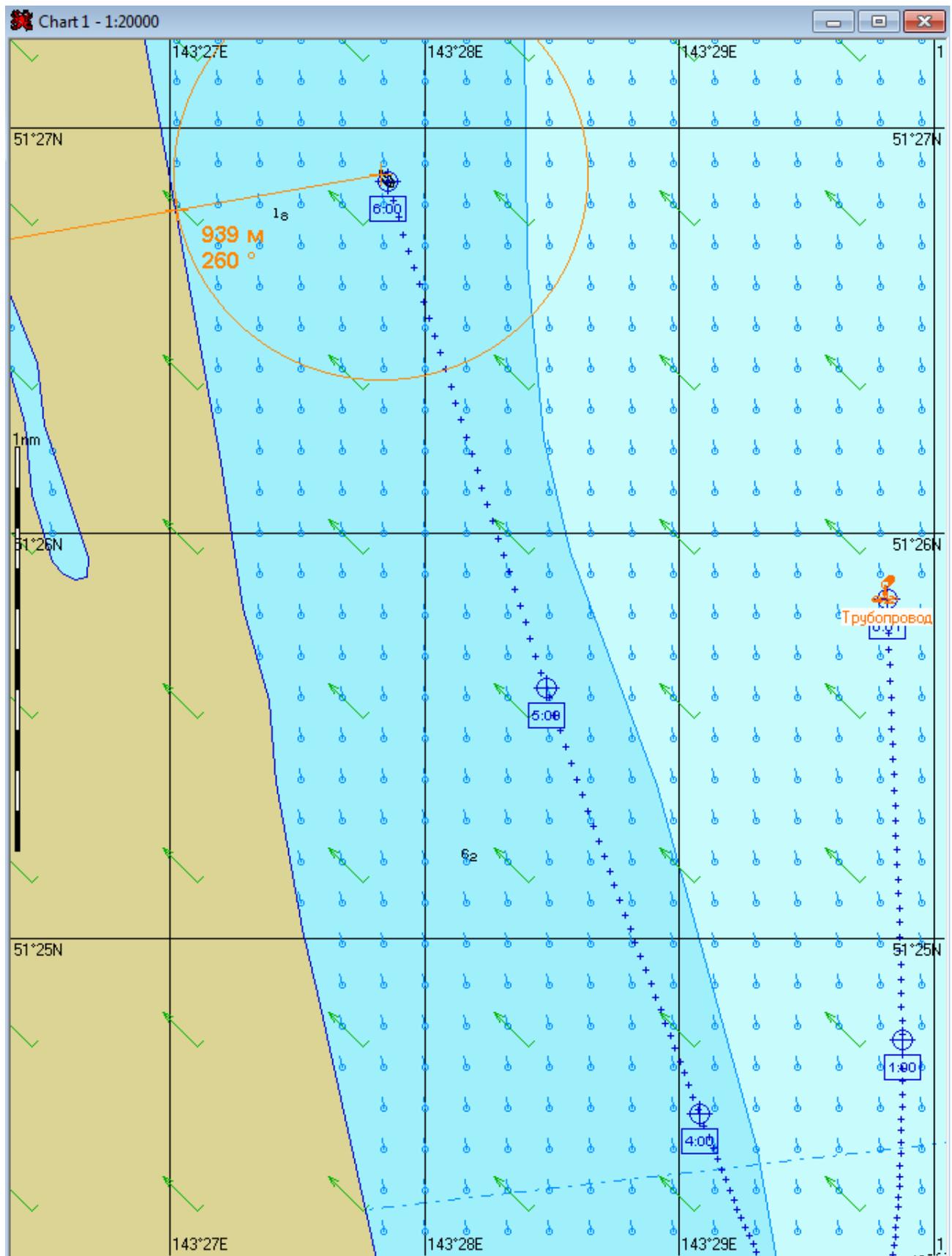


Рис. 1А.6.3. – Карта ЧС(Н) на 6 часов с момента разлива (расстояние от нефтяного пятна до береговой черты)

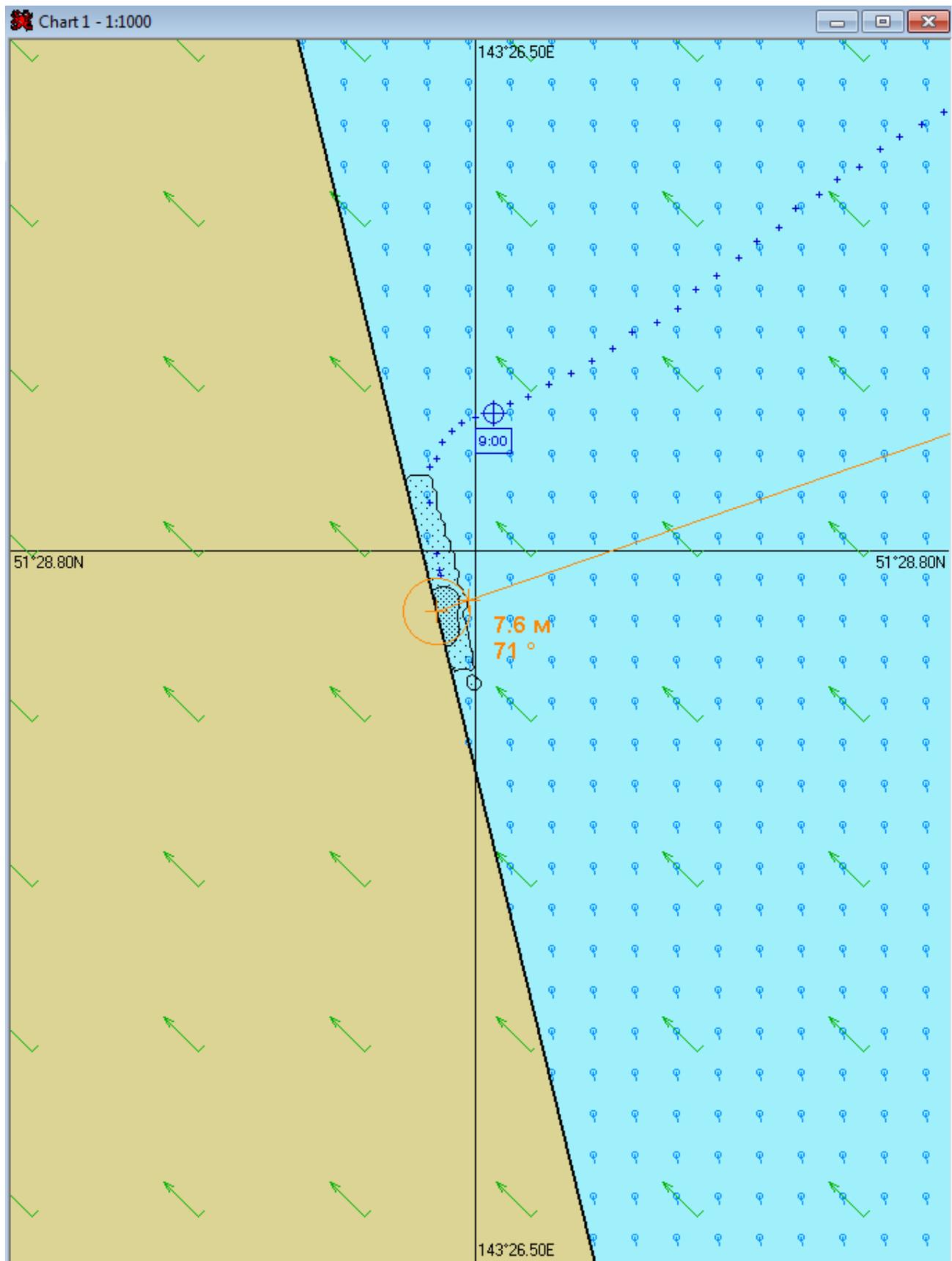


Рис. 1А.9.1. – Карта ЧС(Н) на 9 часов 10 минут с момента разлива (конфигурация нефтяного пятна) (полное рассеивание)

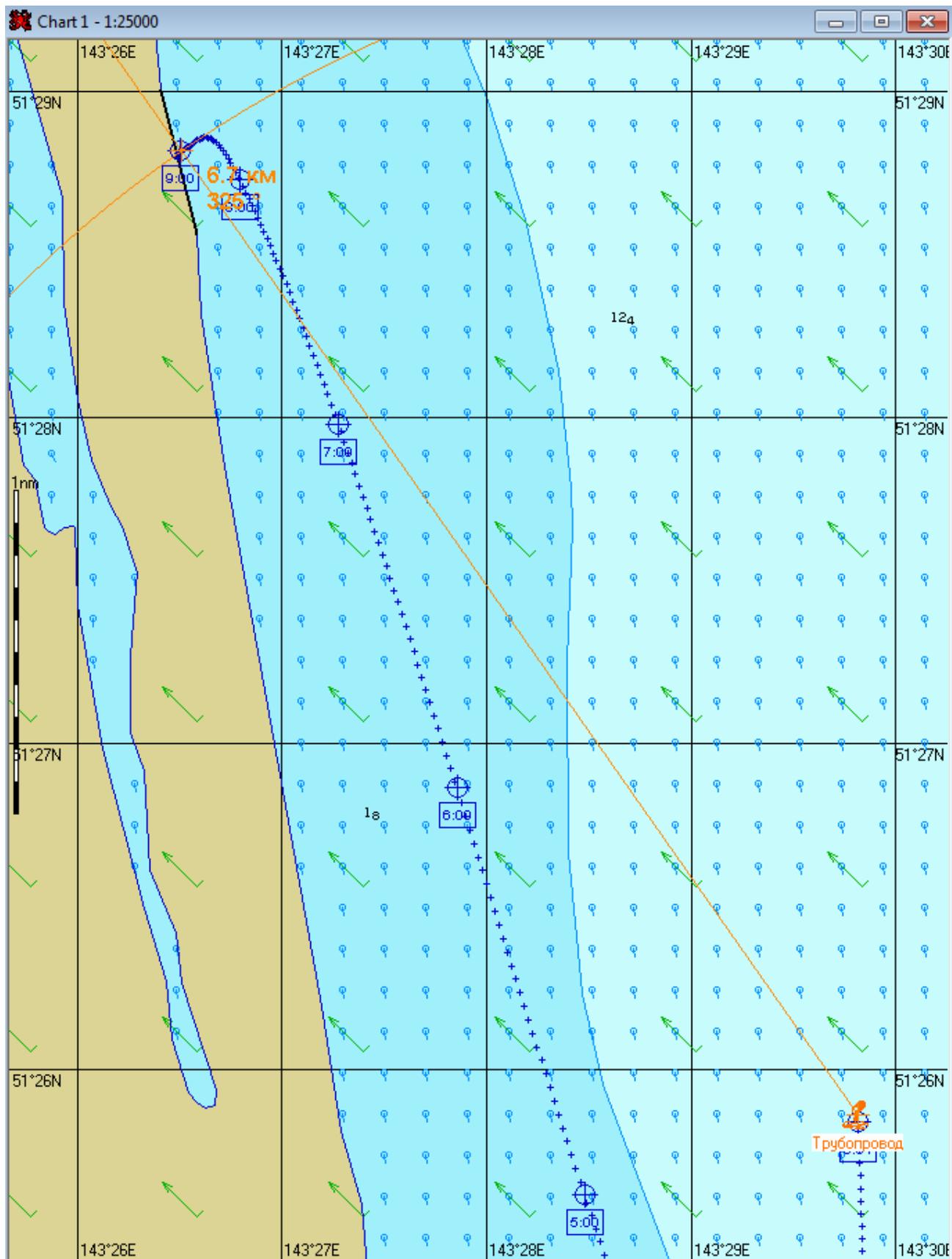


Рис. 1А.9.2. – Карта ЧС(Н) на 9 часов 10 минут с момента разлива (расстояние от источника разлива до дальней кромки) (полное рассеивание)

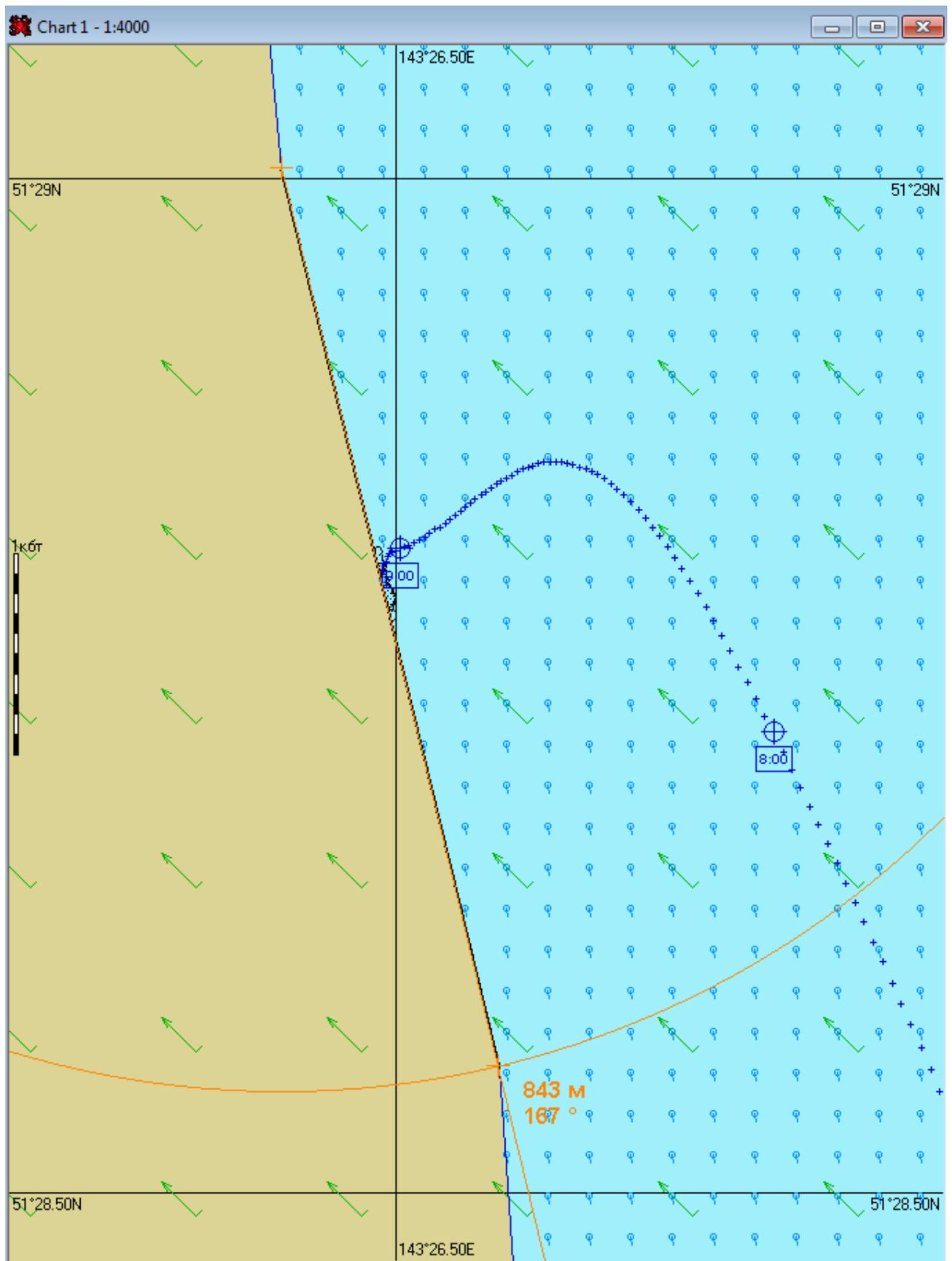


Рис. 1А.9.3. – Карта ЧС(Н) на 9 часов 10 минут с момента разлива (загрязнённый берег) (полное рассеивание)

**2.2 Сценарий 1Б.**

Сценарий 1Б. Разлив нефти распространяется на юго-запад до восточного берега острова Сахалин. Направление ветра восточное. Сила ветра 5 м/с.

Таблица 1Б.1 – Сценарий ЧС(Н) (в течение 5 часов 26 минут)

№	Свойства разлива	1 час	2 часа	4 часа	Полное рассеивание на 5 часов 26 минут
1	Дислокация пятна (широта, долгота)	51°24.510N 143°29.730E	51°23.570N 143°29.480E	51°23.730N 143°28.515E	51°25.025N 143°27.520E
2	Длина пятна, м	55	74	79	53
3	Ширина пятна, м	35	37	39	8
4	Площадь пятна, м <sup>2</sup>	1459	2001	2206	344
5	Количество конденсата на плаву, т	0,9	0,8	0,7	0,01
6	Количество испарившегося конденсата, т	0	0	0,1	0,1
7	Количество диспергированного конденсата, т	0	0	0,1	0,1
8	Количество эмульсии на плаву, т	1,1	1,1	1,0	0,01
9	Максимальная толщина пятна, мм	1,7	1,3	1,3	0,3
10	Расстояние между источником разлива и пятном, м; пеленг, град.	2500 182	4300 185	4200 201	3100 239
11	Количество конденсата на берегу, т	-	-	-	0,7
12	Длина загрязненной части берега, м	-	-	-	1641

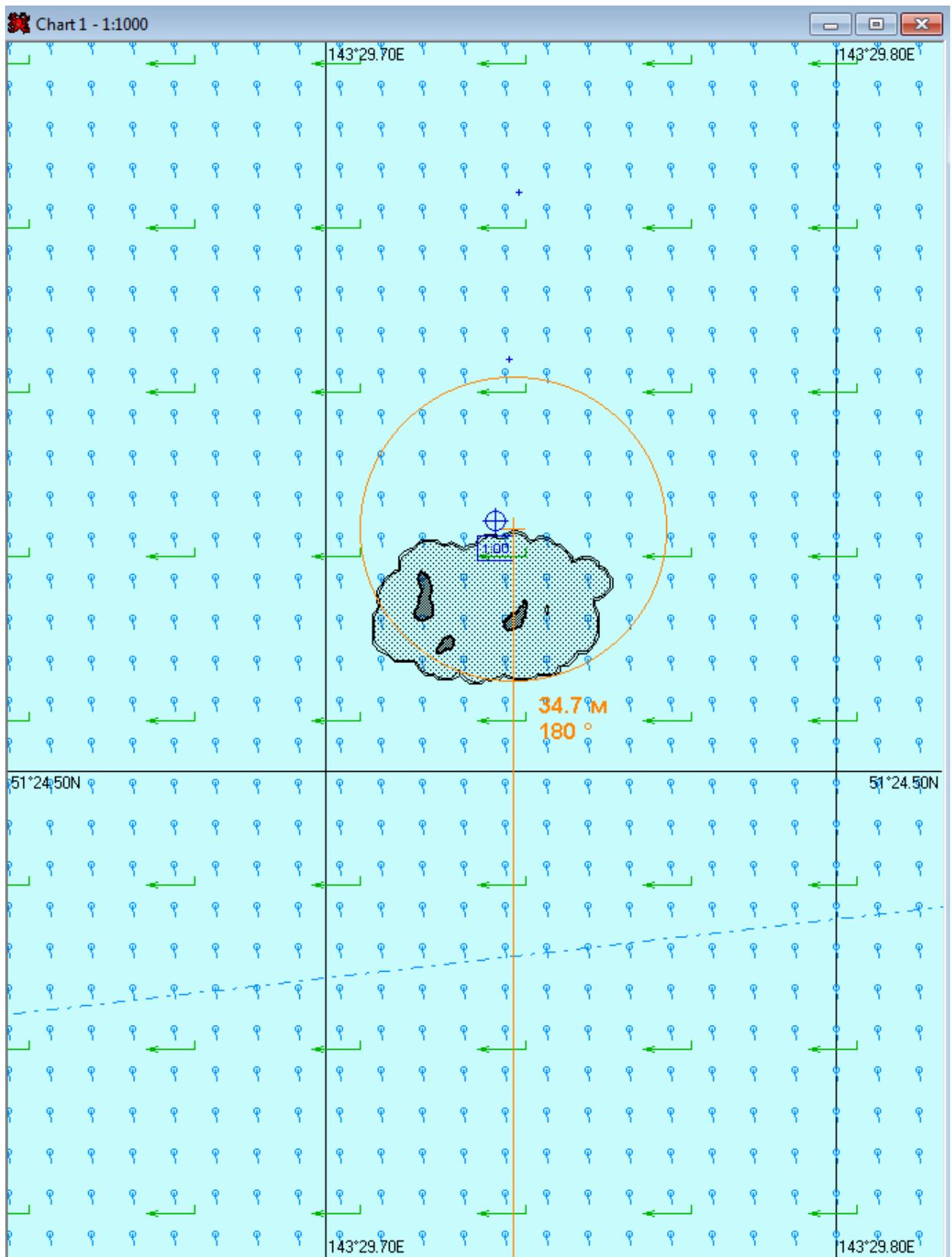


Рис. 1Б.1.1. – Карта ЧС(Н) на 1 час с момента разлива (конфигурация нефтяного пятна)

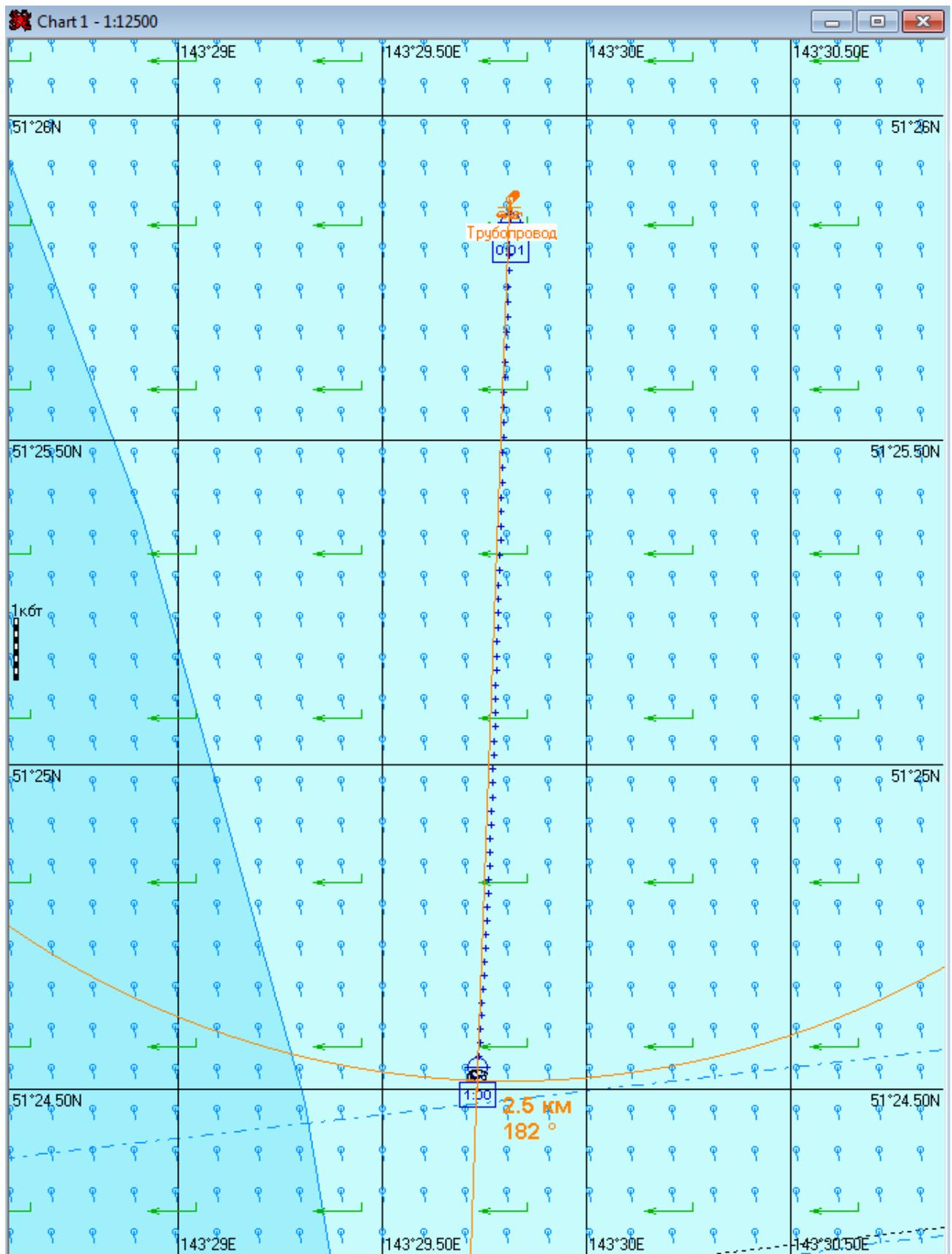


Рис. 1Б.1.2. – Карта ЧС(Н) на 1 час с момента разлива (расстояние от источника разлива до дальней кромки)

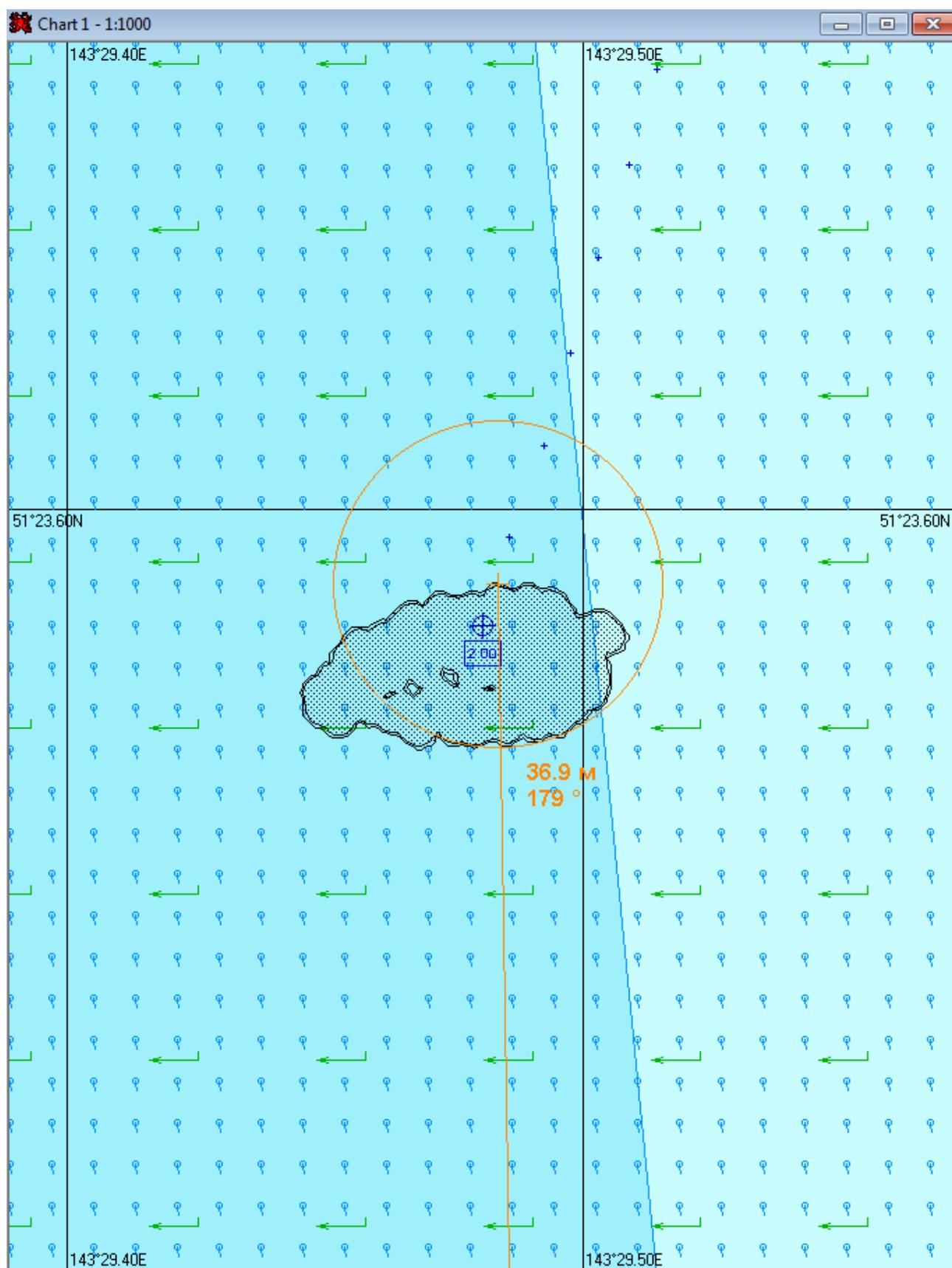


Рис. 1Б.2.1. – Карта ЧС(Н) на 2 часа с момента разлива (конфигурация нефтяного пятна)

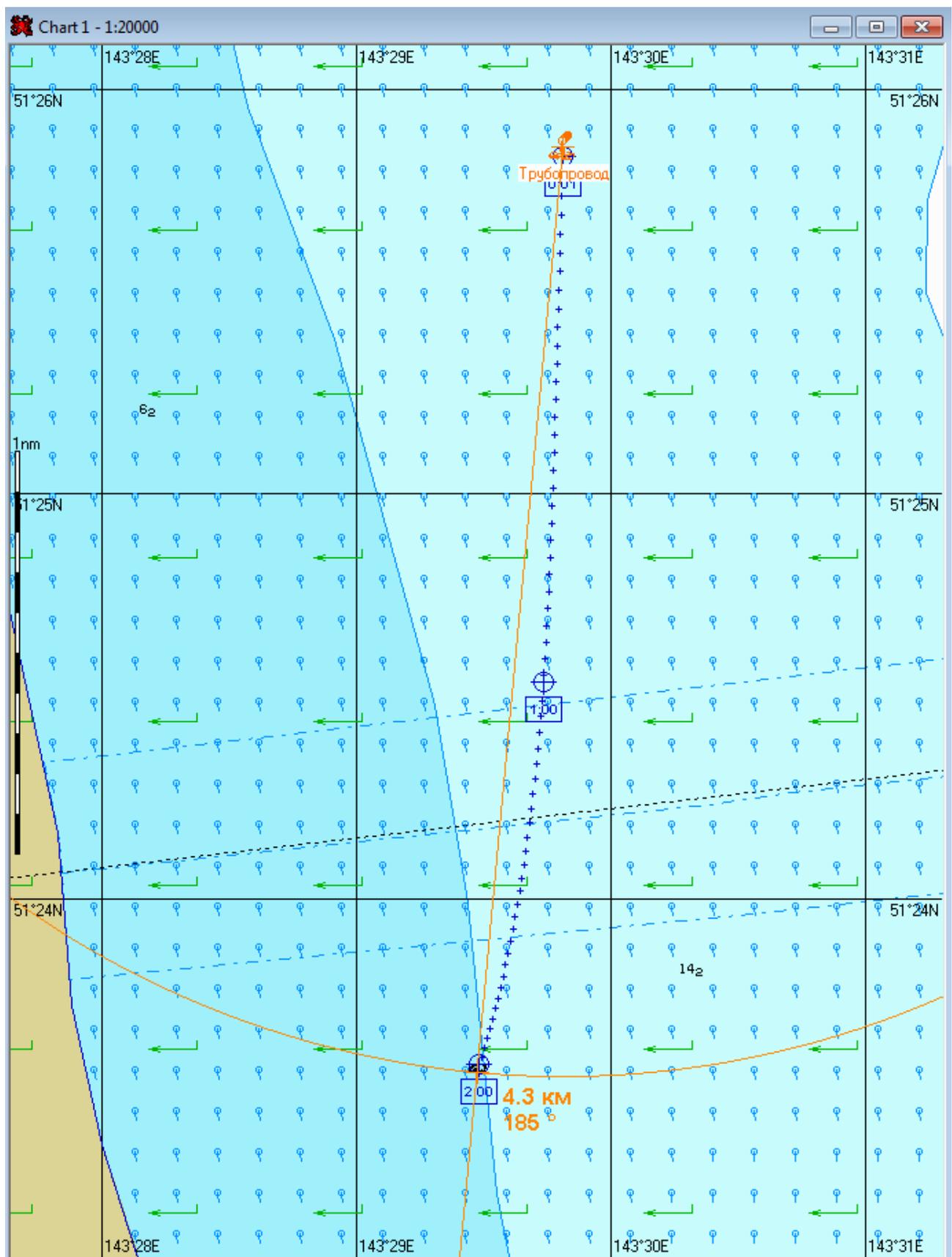


Рис. 1Б.2.2. – Карта ЧС(Н) на 2 часа с момента разлива (расстояние от источника разлива до дальней кромки)

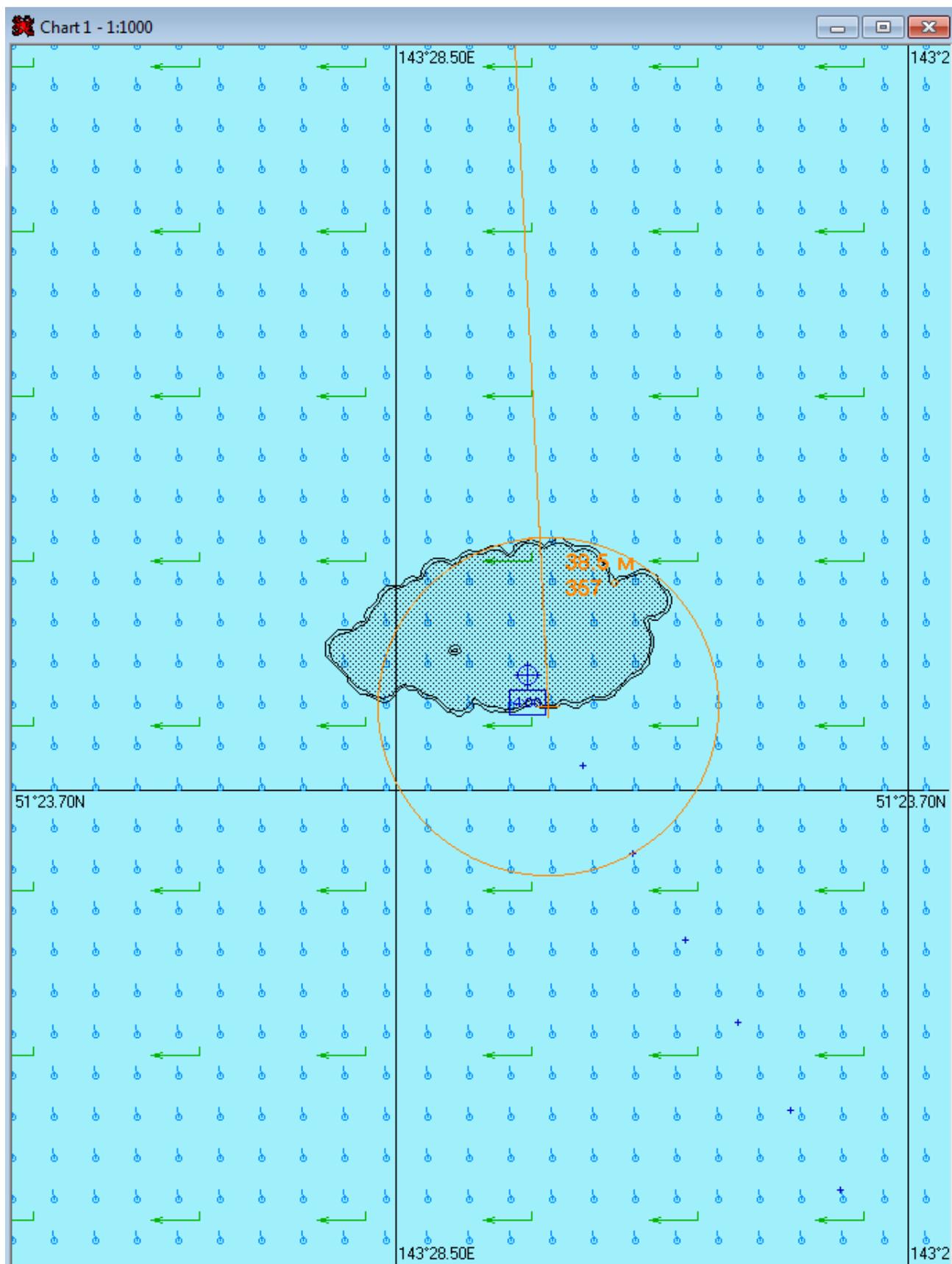


Рис. 1Б.4.1. – Карта ЧС(Н) на 4 часа с момента разлива (конфигурация нефтяного пятна)

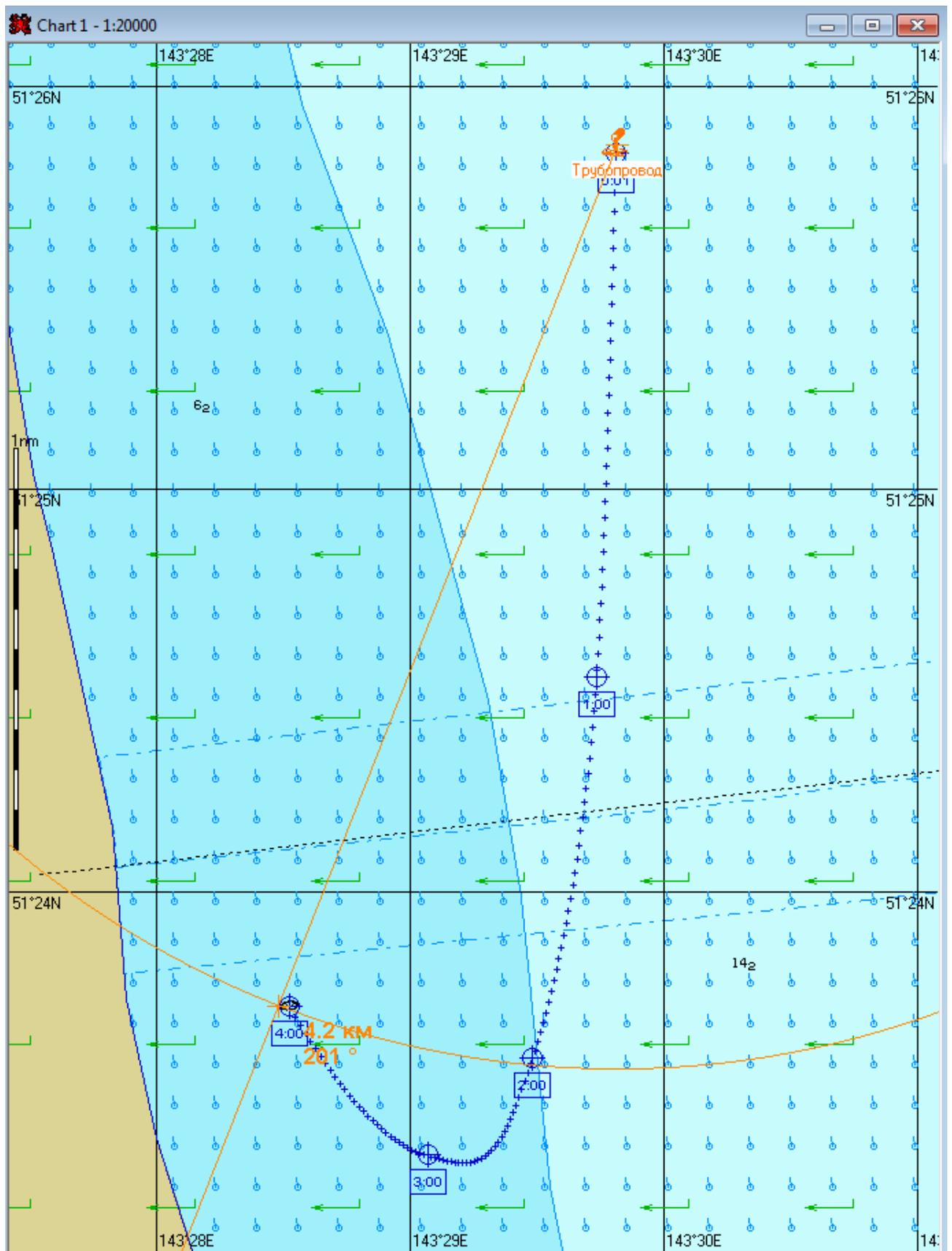


Рис. 1Б.4.2. – Карта ЧС(Н) на 4 часа с момента разлива (расстояние от источника разлива до дальней кромки)

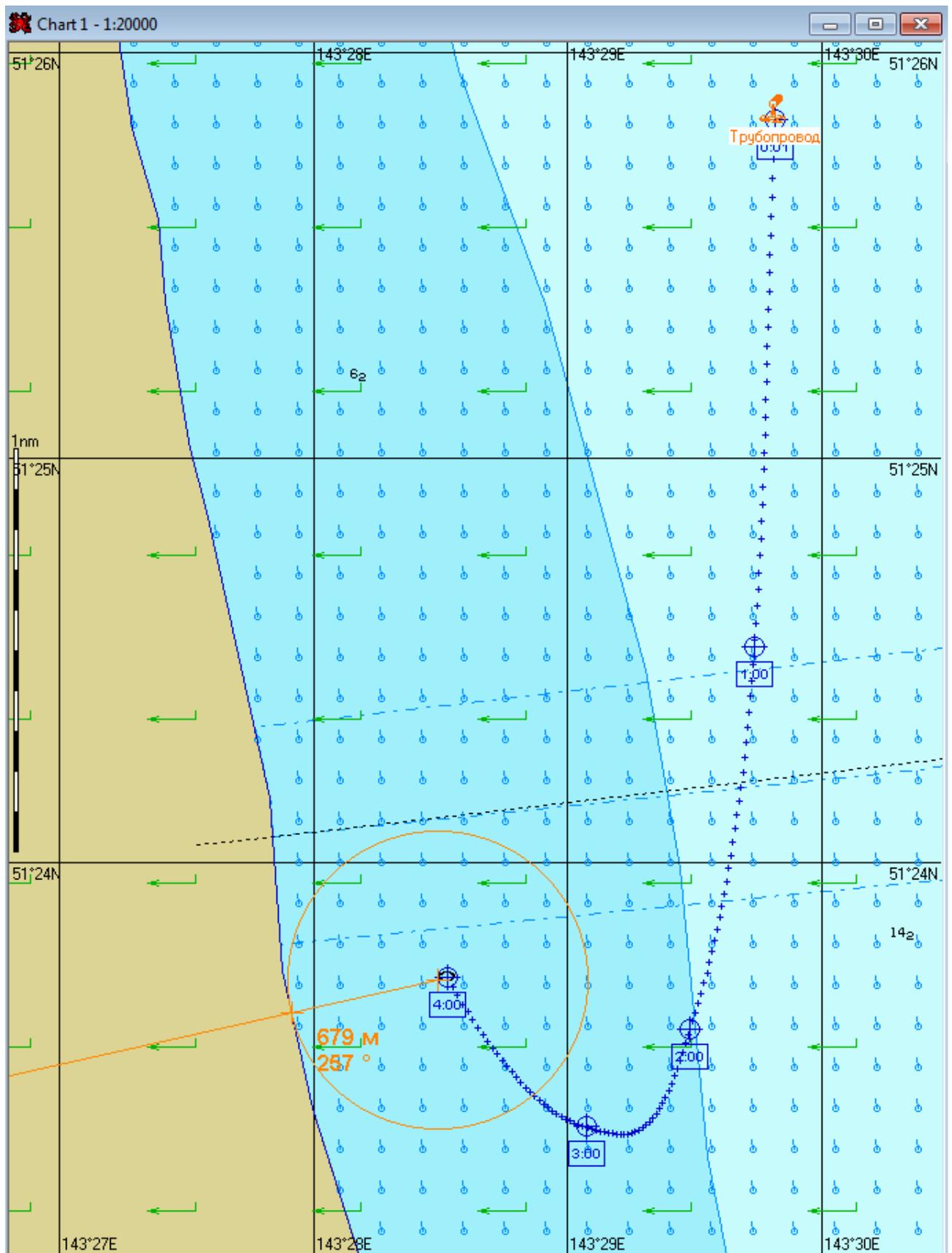


Рис. 1Б.4.3. – Карта ЧС(Н) на 4 часа с момента разлива (расстояние от нефтяного пятна до береговой черты)

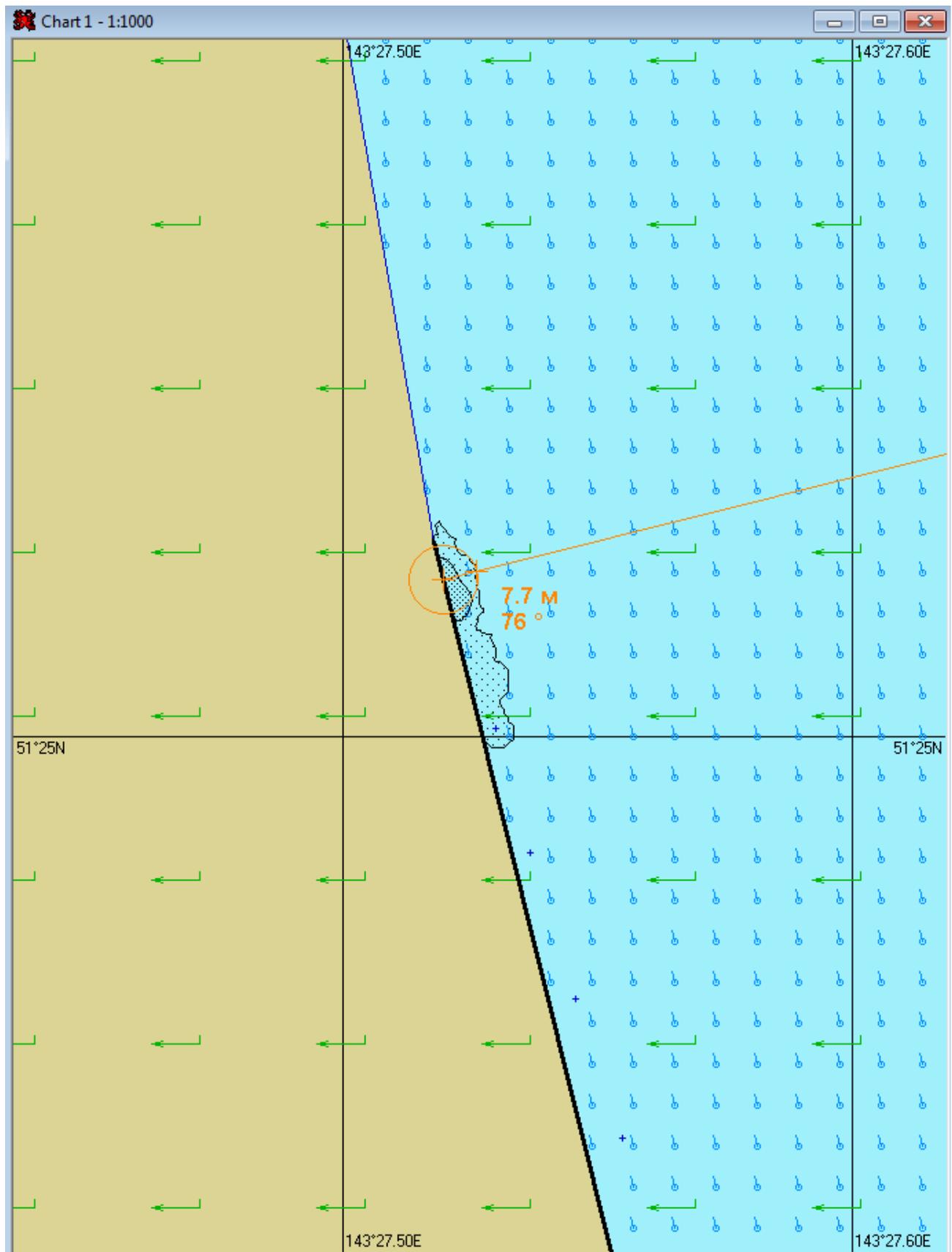


Рис. 1Б.5.1. – Карта ЧС(Н) на 5 часов 26 минут с момента разлива (конфигурация нефтяного пятна) (полное рассеивание)

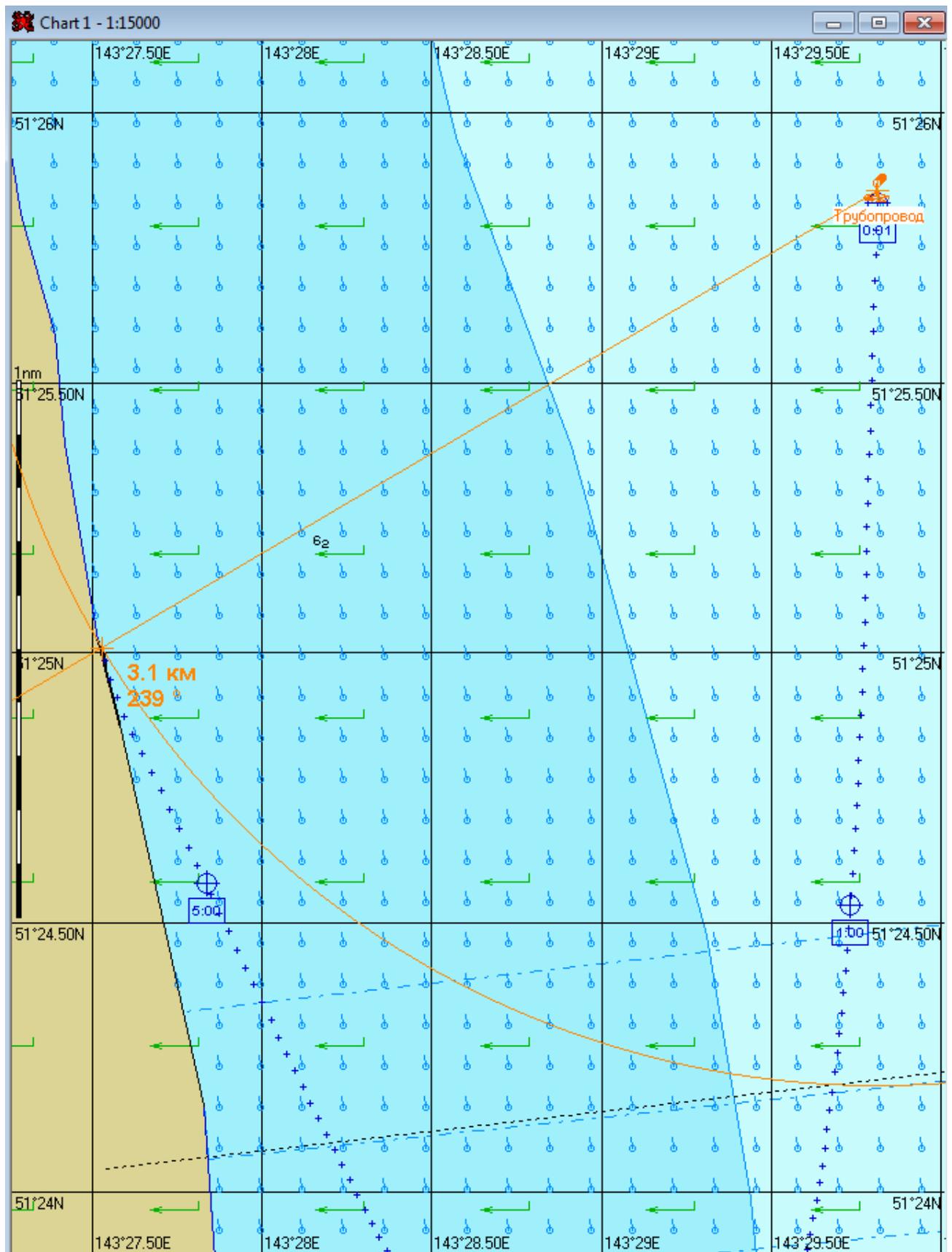


Рис. 1Б.5.2. – Карта ЧС(Н) на 5 часов 26 минут с момента разлива (расстояние от источника разлива до дальней кромки) (полное рассеивание)

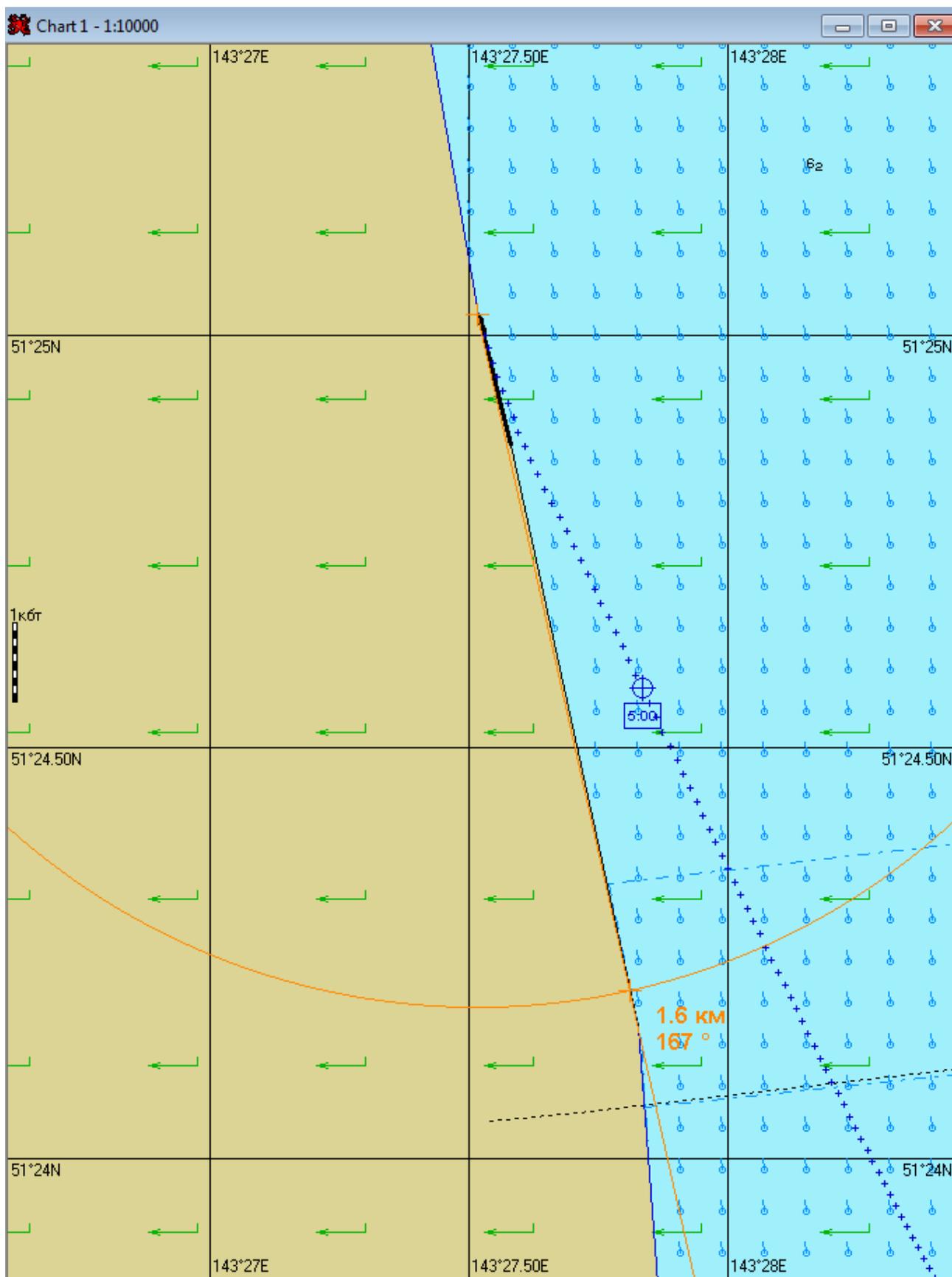


Рис. 1Б.5.3. – Карта ЧС(Н) на 5 часов 26 минут с момента разлива (загрязнённый берег) (полное рассеивание)

**2.3 Сценарий 1В**

Разлив нефти распространяется на юго-запад до восточного берега острова Сахалин. Направление ветра северо-восточное. Сила ветра 5 м/с.

Таблица 1В.1 – Сценарий ЧС(Н) (в течение 6 часов 38 минут)

№	Свойства разлива	1 час	2 часа	4 часа	6 часа	Полное рас- сеивание на 6 часов 38 минут
1	Дислокация пятна (широта, долгота)	51°24.290N 143°29.845E	51°23.140N 143°29.710E	51°22.880N 143°29.040E	51°24.370N 143°27.930E	51°24.855N 143°27.590E
2	Длина пятна, м	57	68	92	97	58
3	Ширина пятна, м	35	36	37	40	9
4	Площадь пятна, м <sup>2</sup>	1426	1821	2505	2858	414
5	Количество конденса- та на плаву, т	0,9	0,8	0,7	0,7	0,01
6	Количество испарив- шегося конденсата, т	0	0	0,1	0,2	0,2
7	Количество диспер- гированного конденса- та, т	0	0	0,1	0,1	0,1
8	Количество эмульсии на плаву, т	1,1	1,1	1,0	0,9	0,01
9	Максимальная тол- щина пятна, мм	1,8	1,6	1,2	0,9	0,3
10	Расстояние между источником разлива и пятном, м; пеленг, град.	2900 179	5100 181	5600 189	3500 218	3200 234
11	Количество конденса- та на берегу, т	-	-	-	-	0,6
12	Длина загрязненной части берега, м	-	-	-	-	1341

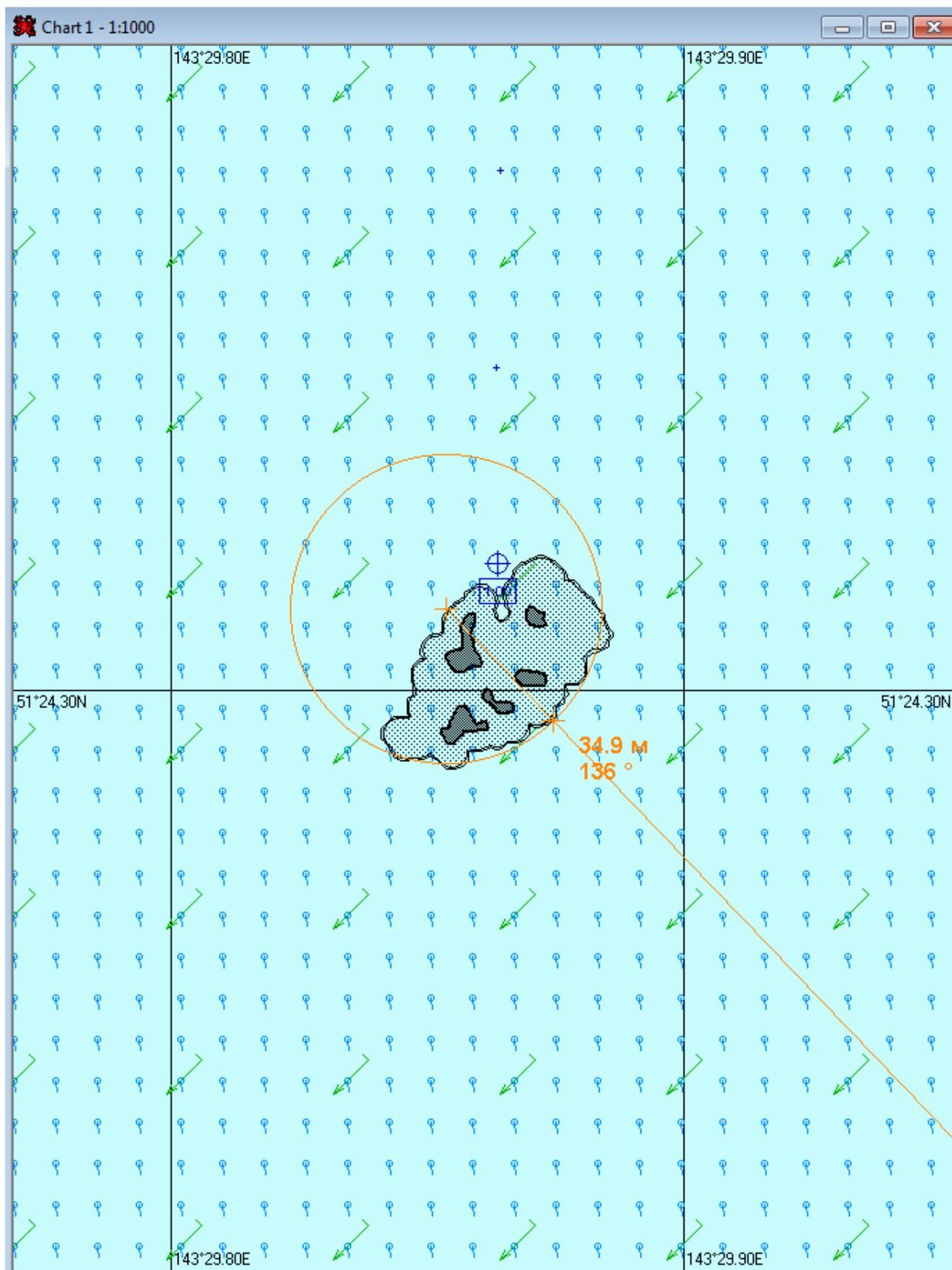


Рис. 1В.1.1. – Карта ЧС(Н) на 1 час с момента разлива (конфигурация нефтяного пятна)

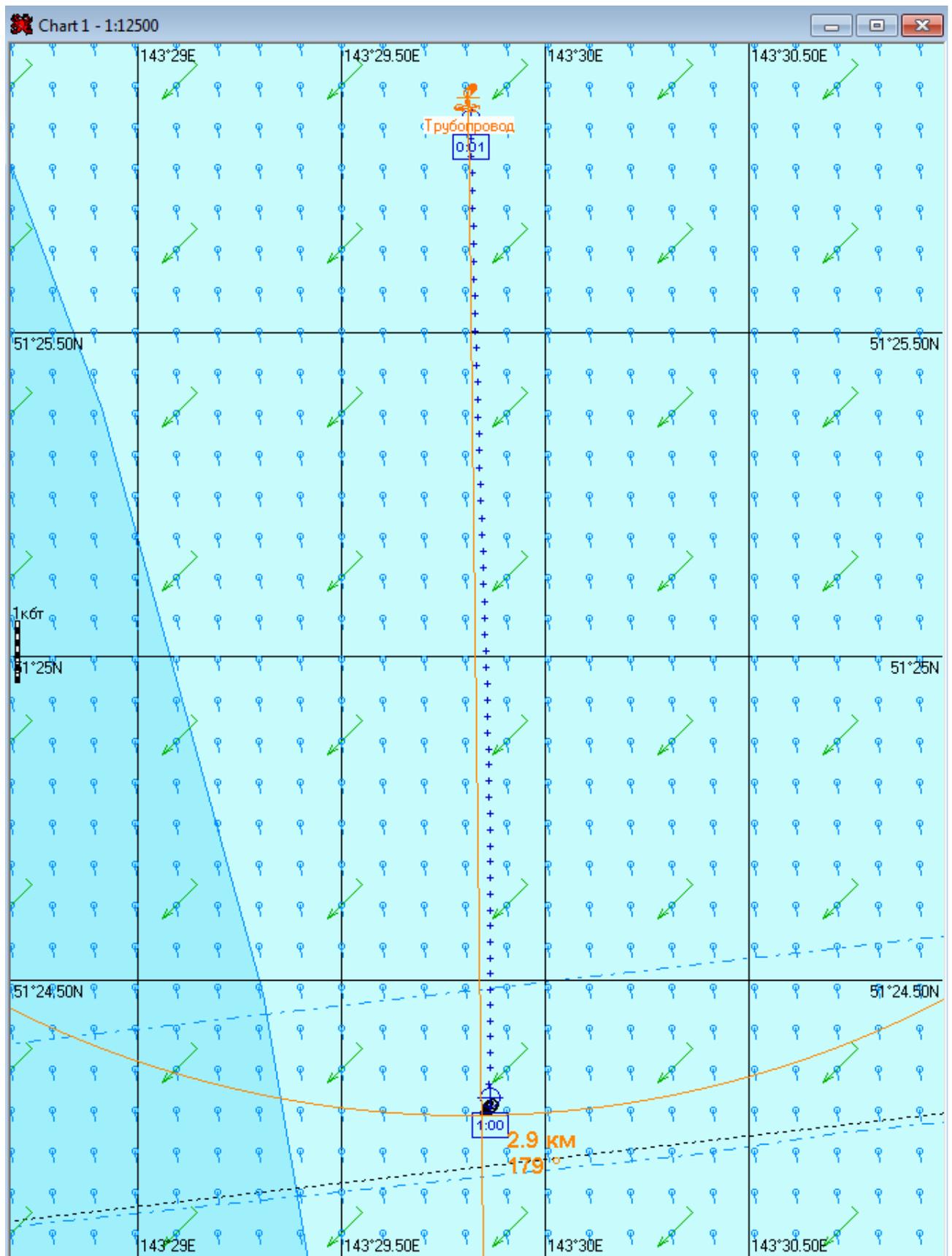


Рис. 1В.1.2. – Карта ЧС(Н) на 1 час с момента разлива (расстояние от источника разлива до дальней кромки)

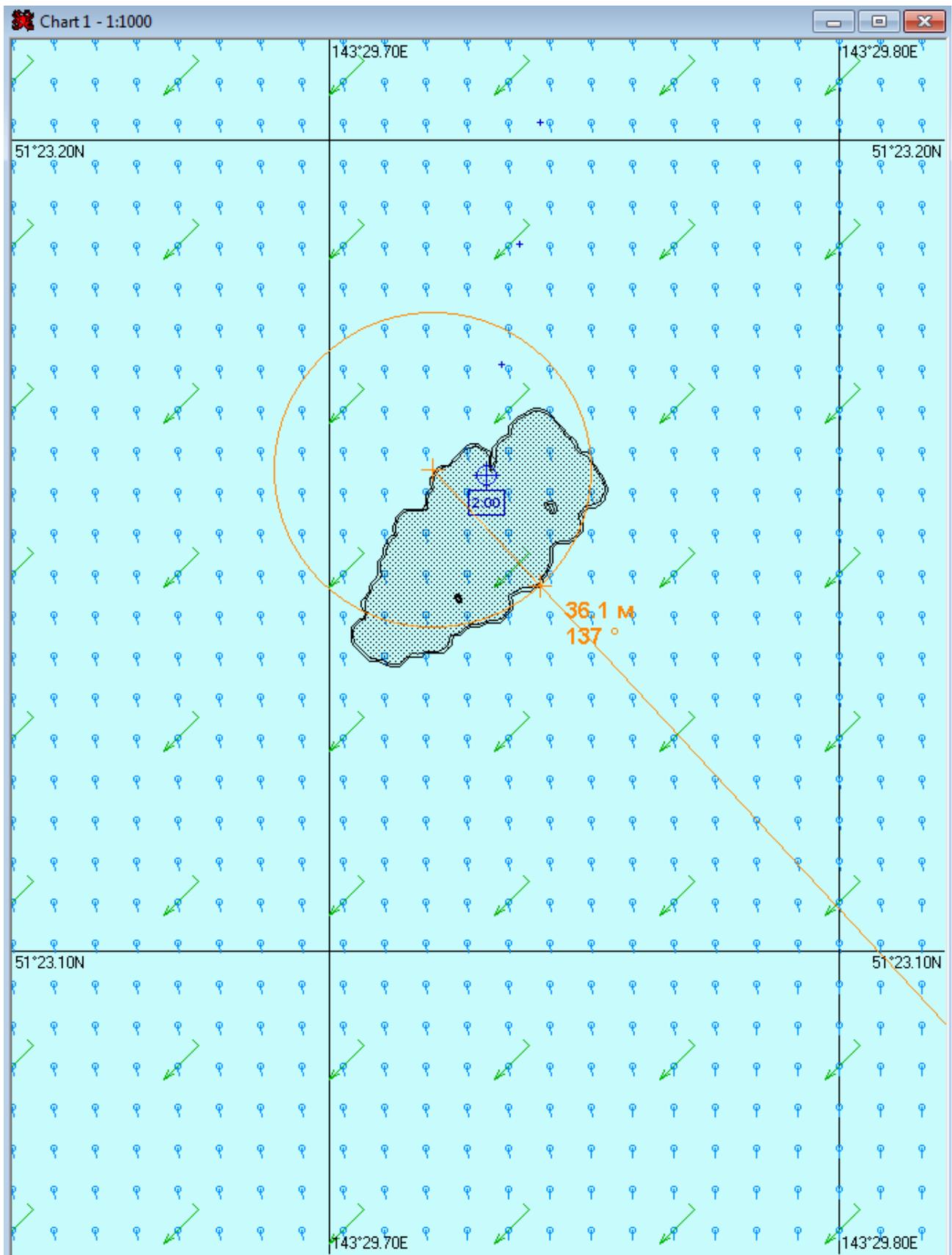


Рис. 1В.2.1. – Карта ЧС(Н) на 2 часа с момента разлива (конфигурация нефтяного пятна)

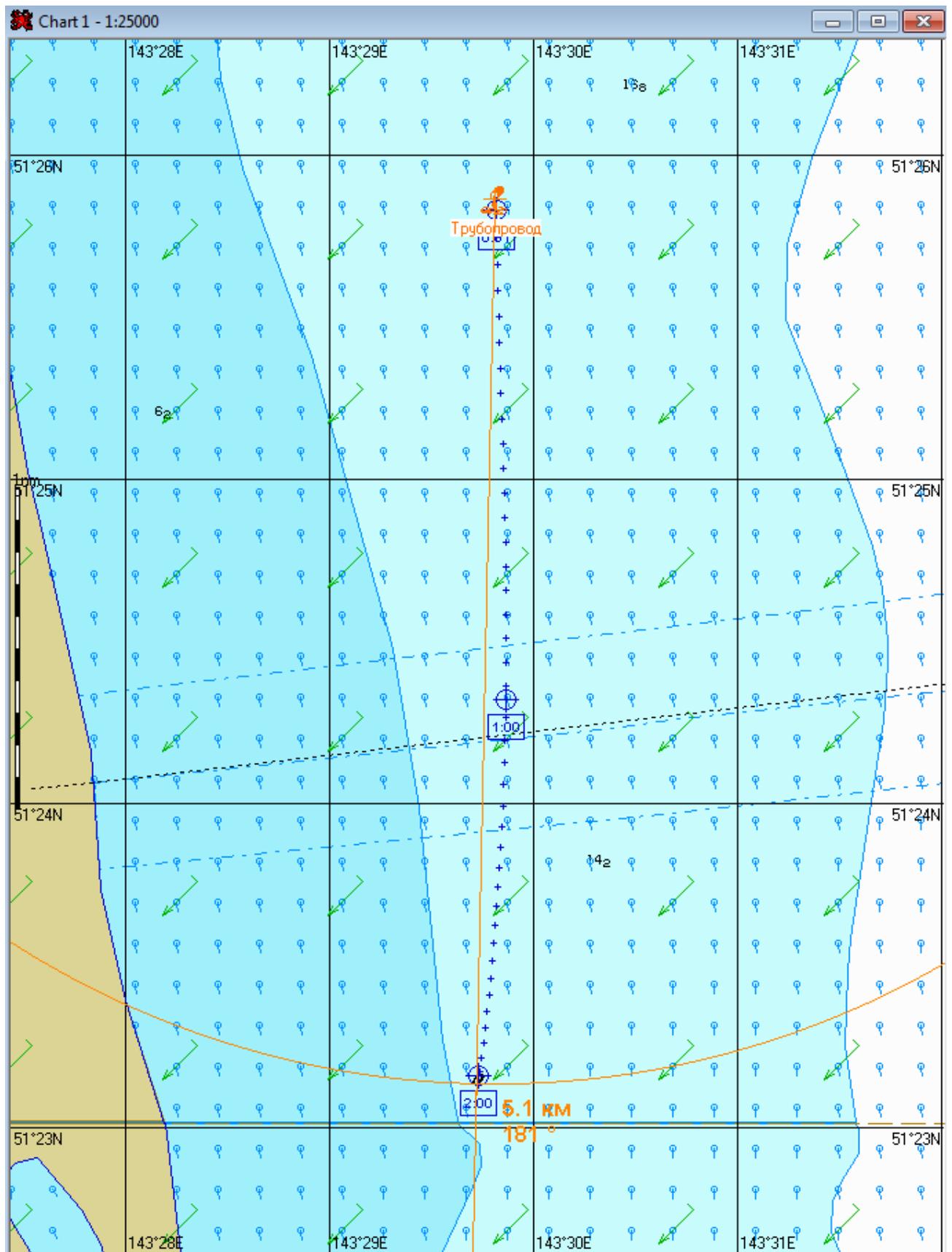


Рис. 1В.2.2. – Карта ЧС(Н) на 2 часа с момента разлива (расстояние от источника разлива до дальней кромки)

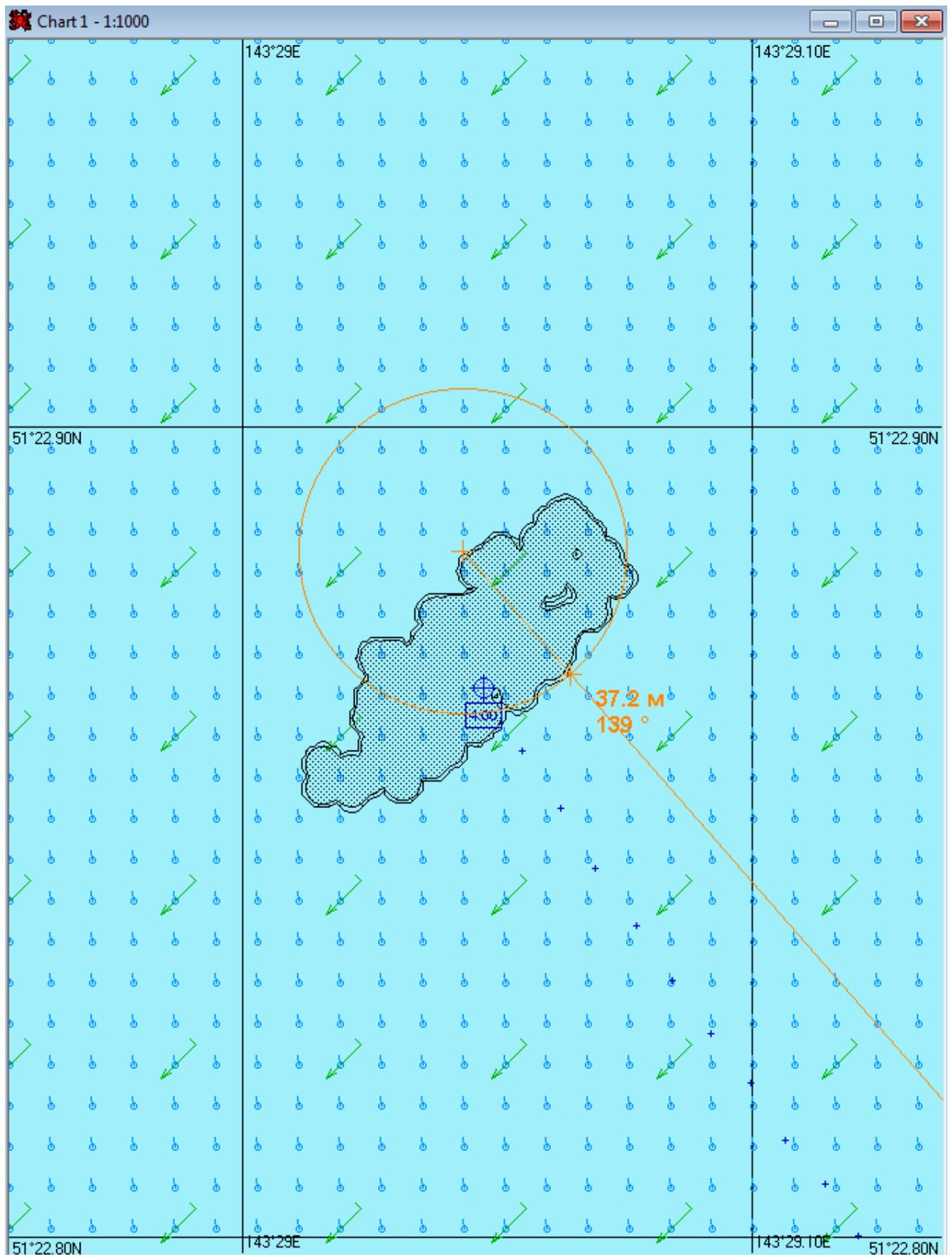


Рис. 1В.4.1. – Карта ЧС(Н) на 4 часа с момента разлива (конфигурация нефтяного пятна)

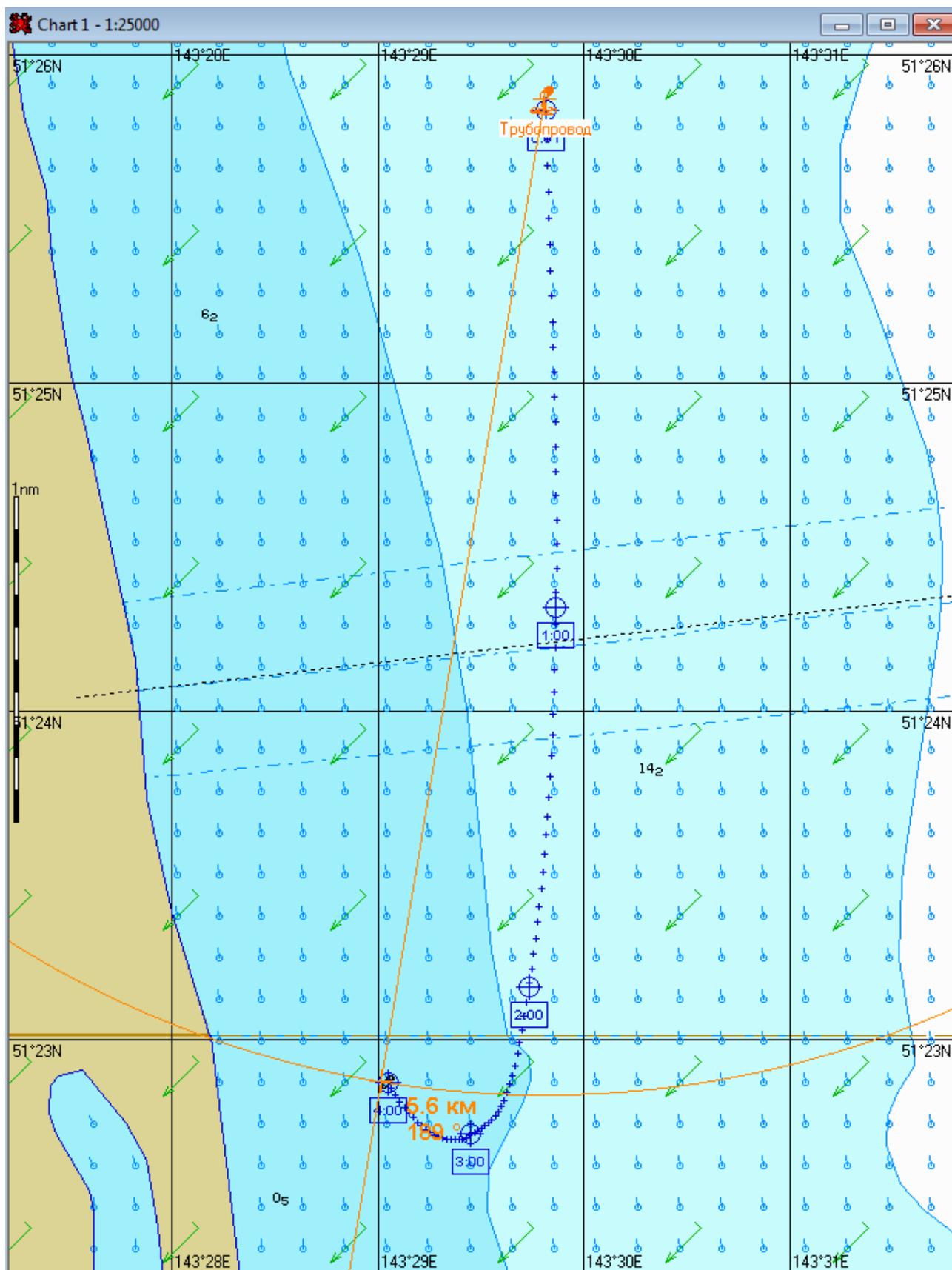


Рис. 1В.4.2. – Карта ЧС(Н) на 4 часа с момента разлива (расстояние от источника разлива до дальней кромки)

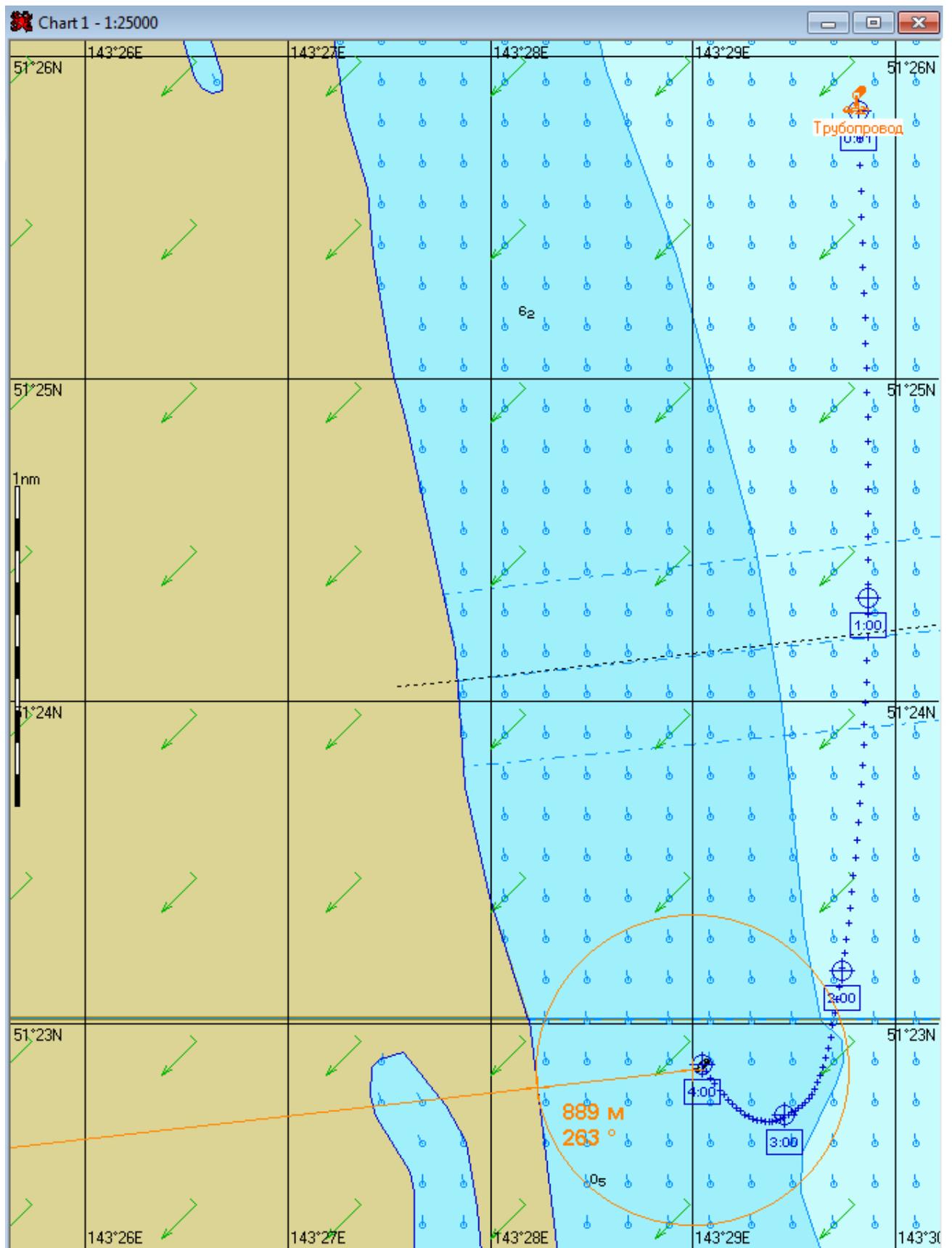


Рис. 1В.4.3. – Карта ЧС(Н) на 4 часа с момента разлива (расстояние от нефтяного пятна до береговой черты)

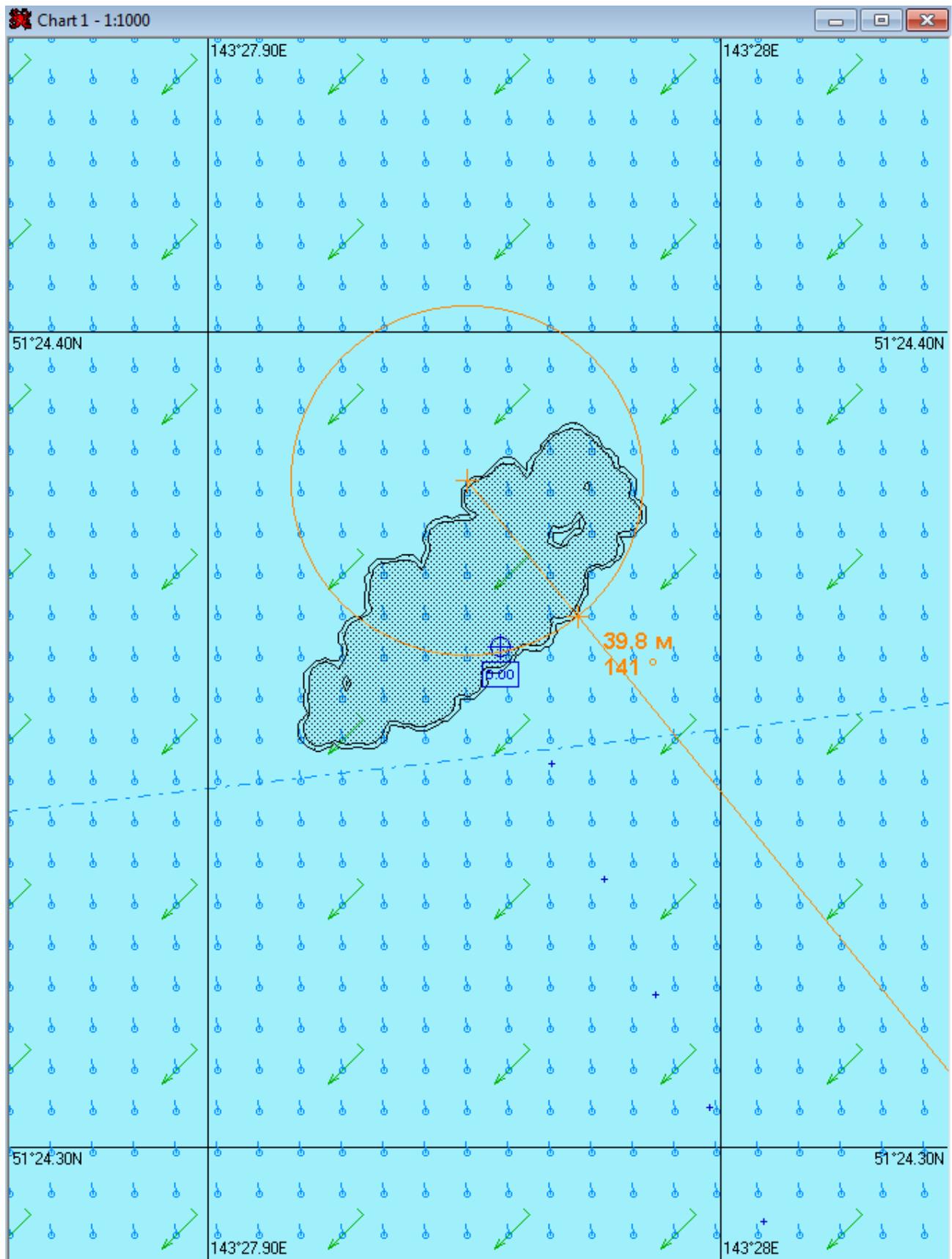


Рис. 1В.6.1. – Карта ЧС(Н) на 6 часов с момента разлива (конфигурация нефтяного пятна)

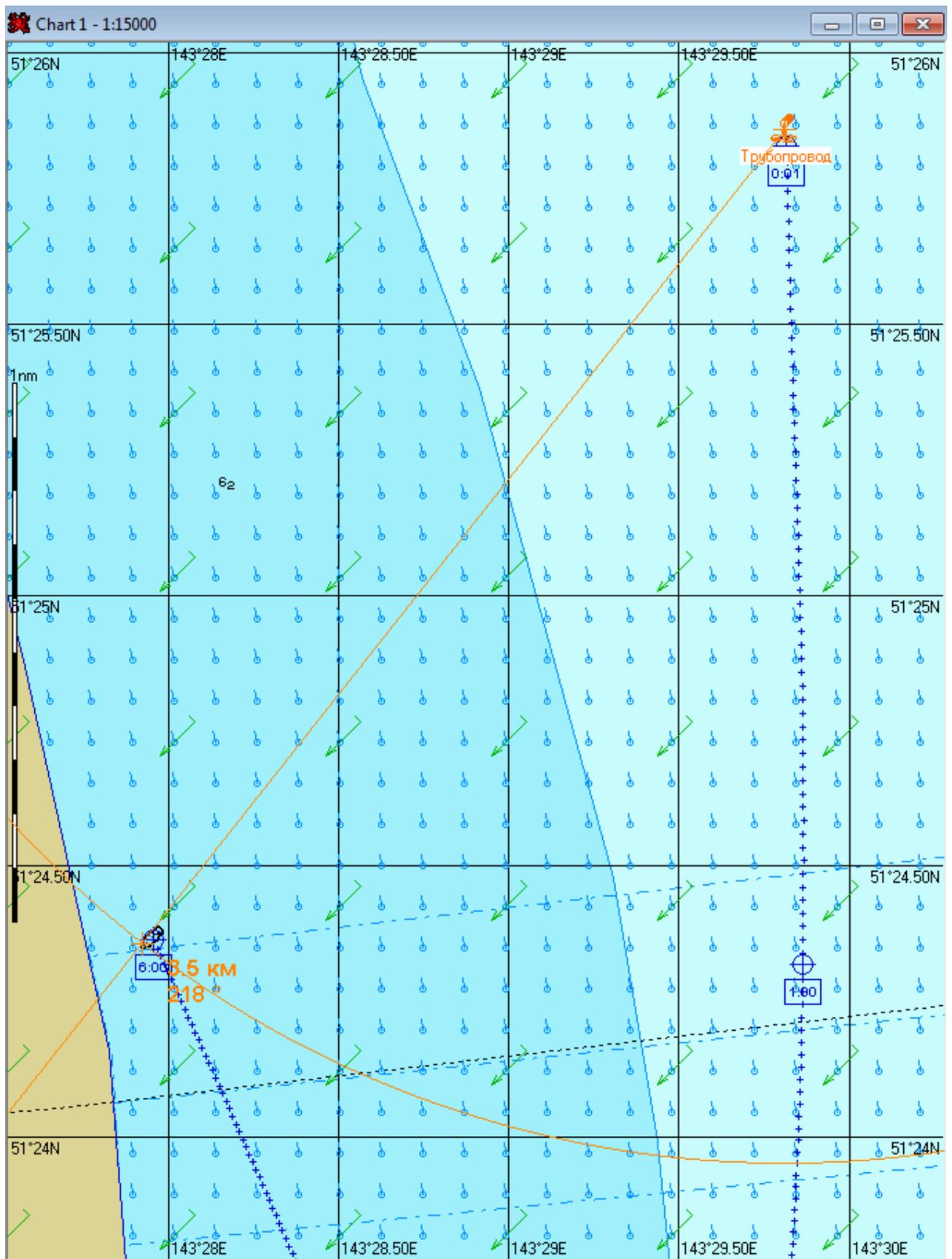


Рис. 1В.6.2. – Карта ЧС(Н) на 6 часов с момента разлива (расстояние от источника разлива до дальней кромки)

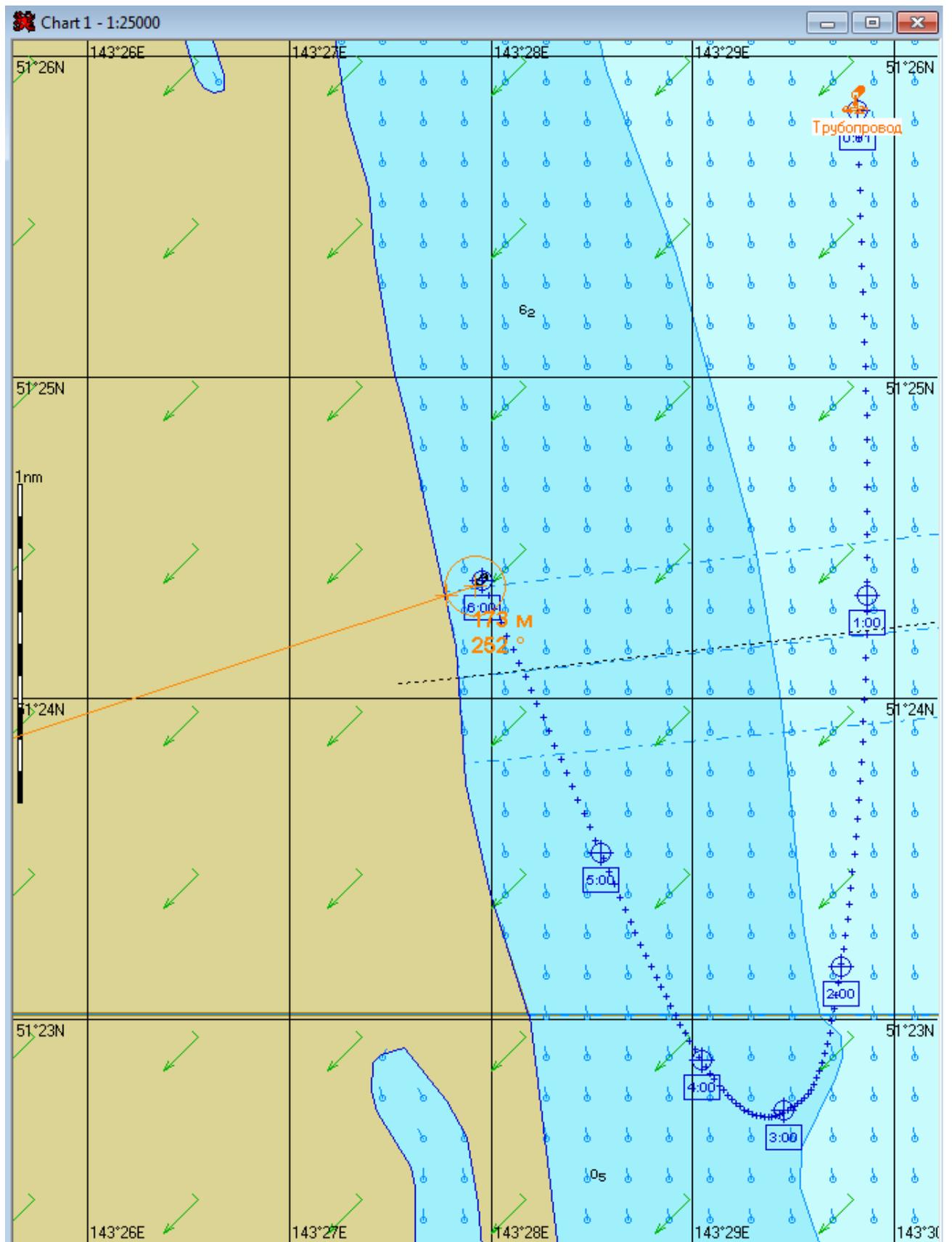


Рис. 1В.6.3. – Карта ЧС(Н) на 6 часов с момента разлива (расстояние от нефтяного пятна до береговой черты)

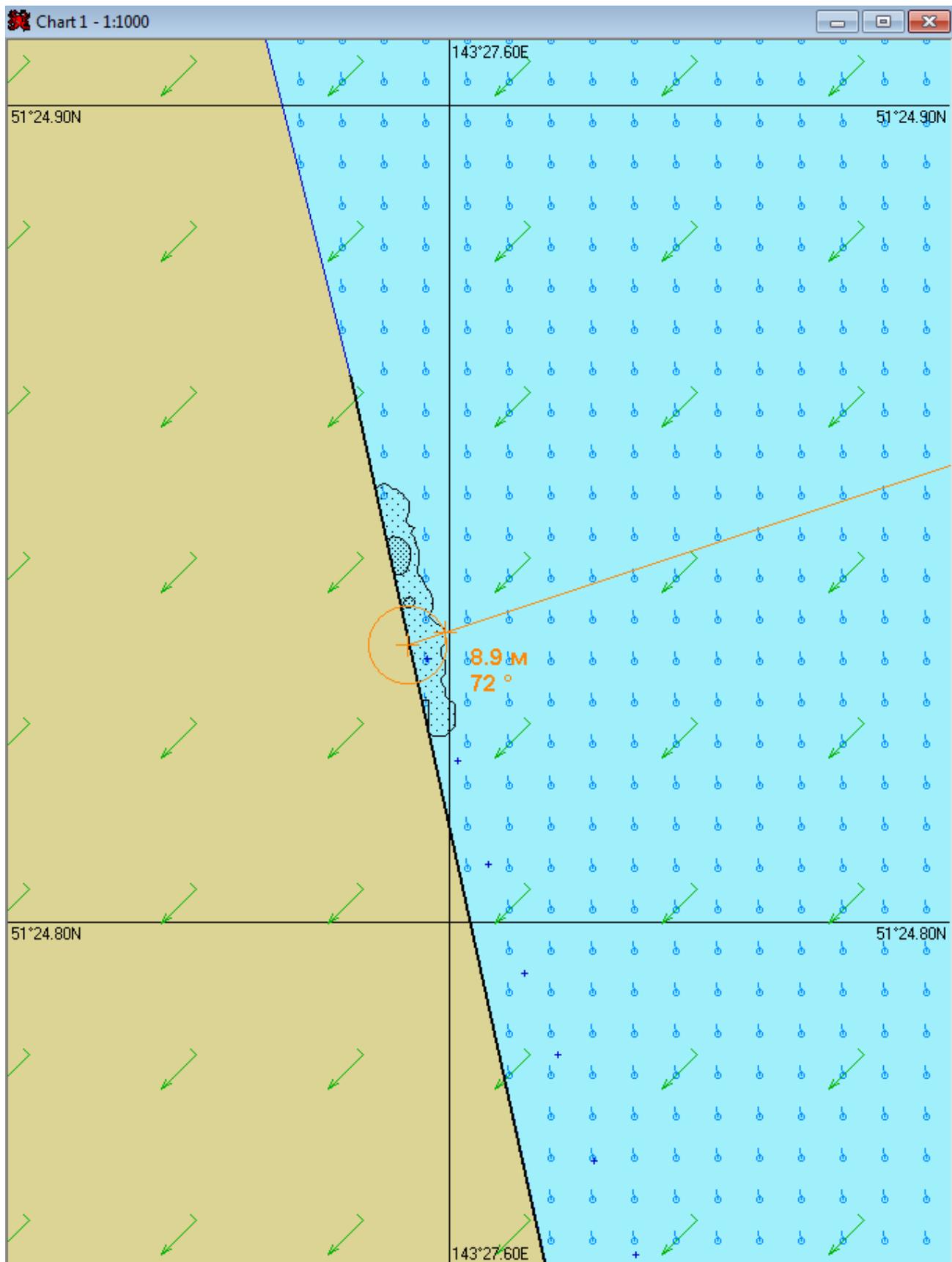


Рис. 1В.7.1. – Карта ЧС(Н) на 6 часов 38 минут с момента разлива (конфигурация нефтяного пятна) (полное рассеивание)

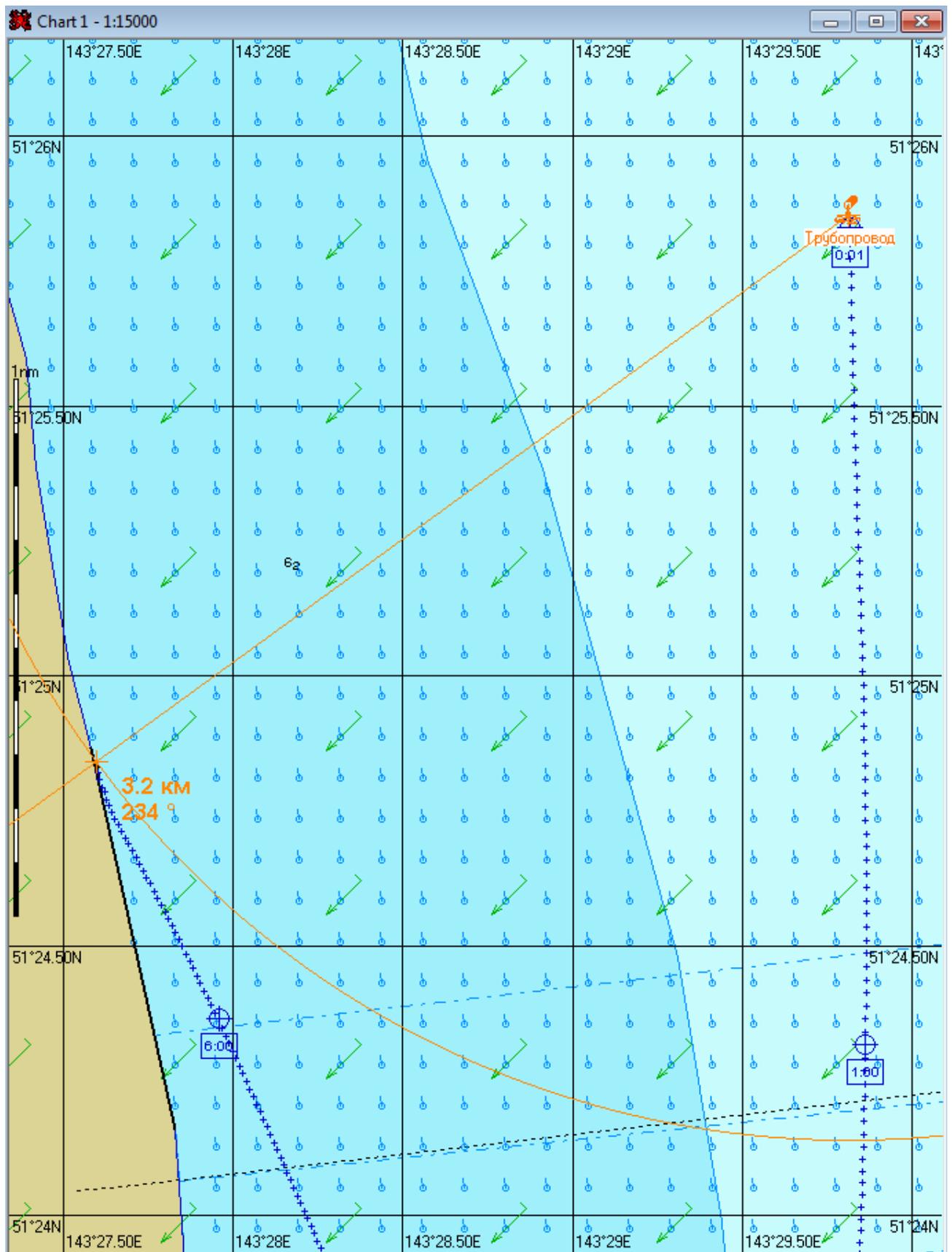


Рис. 1В.7.2. – Карта ЧС(Н) на 6 часов 38 минут с момента разлива (расстояние от источника разлива до дальней кромки) (полное рассеивание)

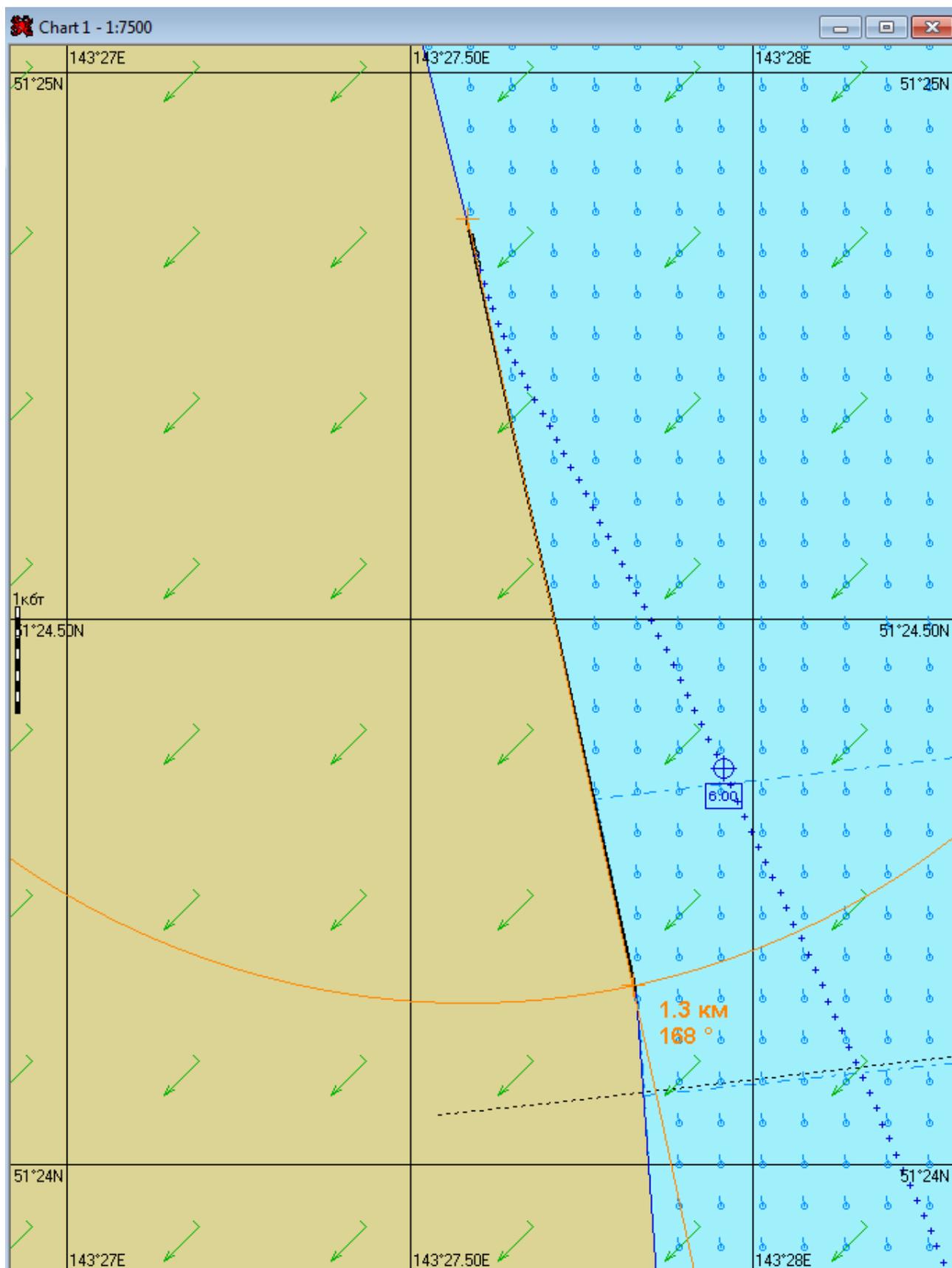


Рис. 1В.7.3. – Карта ЧС(Н) на 6 часов 38 минут с момента разлива (загрязнённый берег) (полное рассеивание)

**2.4 Сценарий 2А**

Разлив нефти распространяется на северо-запад. Направление ветра юго-восточное. Сила ветра 10 м/с.

Таблица 2А.1 – Сценарий ЧС(Н)

№	Свойства разлива	1 час	2 часа	Полное рас- сеивание на 3 часа 11 минут
1	Дислокация пятна (широта, долгота)	51°24.935N 143°29.560E	51°24.435N 143°29.140E	51°24.725N 143°28.430E
2	Длина пятна, м	75	80	26
3	Ширина пятна, м	35	35	17
4	Площадь пятна, м <sup>2</sup>	1830	1957	269
5	Количество конденсата на плаву, т	0,5	0,2	0,01
6	Количество испарившегося конденсата, т	0,1	0,1	0,1
7	Количество диспергированного конденсата, т	0,3	0,6	0,8
8	Количество эмульсии на плаву, т	0,8	0,3	0,01
9	Максимальная толщина пятна, мм	1,6	0,7	0,2
10	Расстояние между источником разлива и пятном, м; пеленг, град.	1700 190	2800 196	2600 217
11	Количество конденсата на берегу, т	-	-	-
12	Длина загрязненной части берега, м	-	-	-

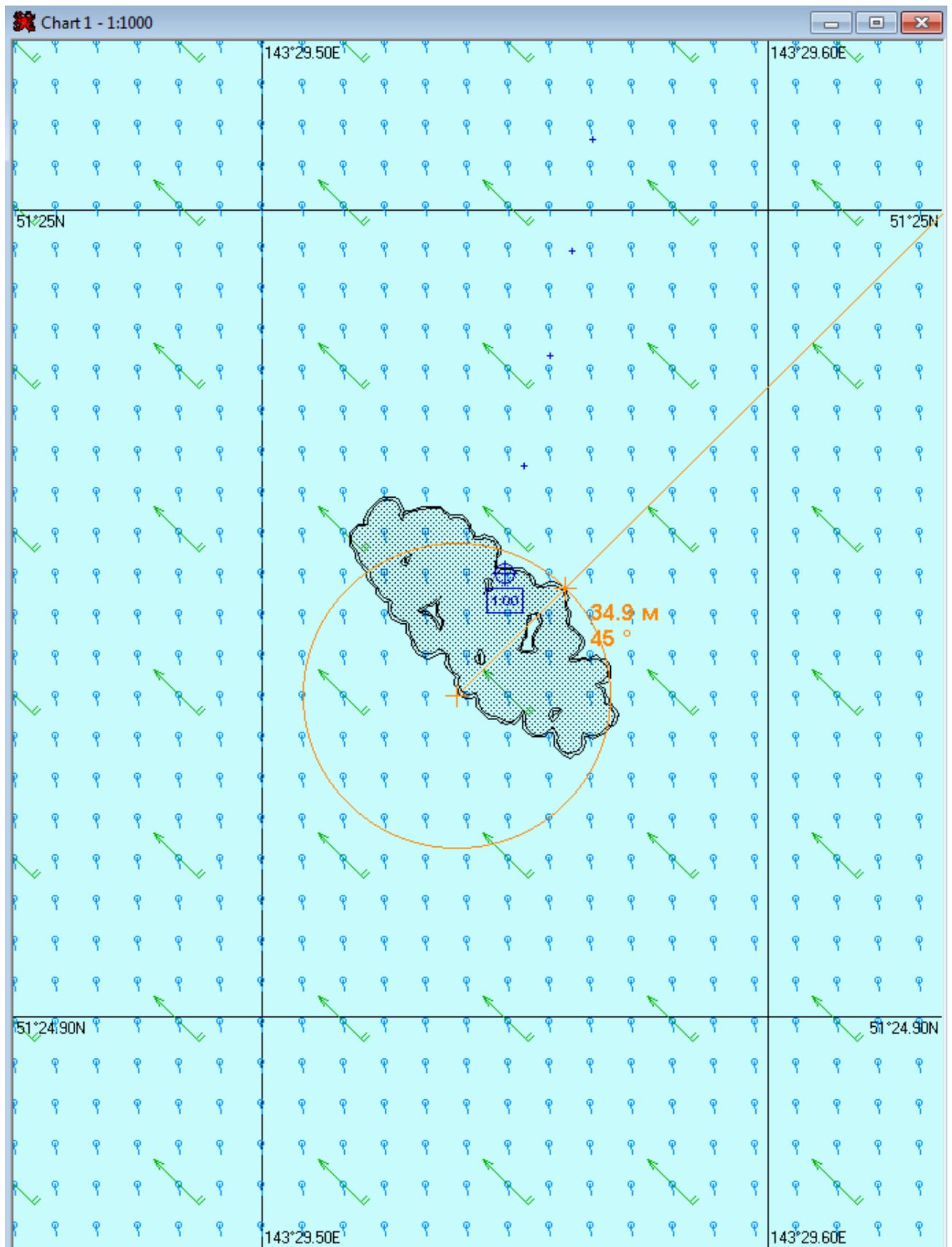


Рис. 2А.1.1. – Карта ЧС(Н) на 1 час с момента разлива (конфигурация нефтяного пятна)

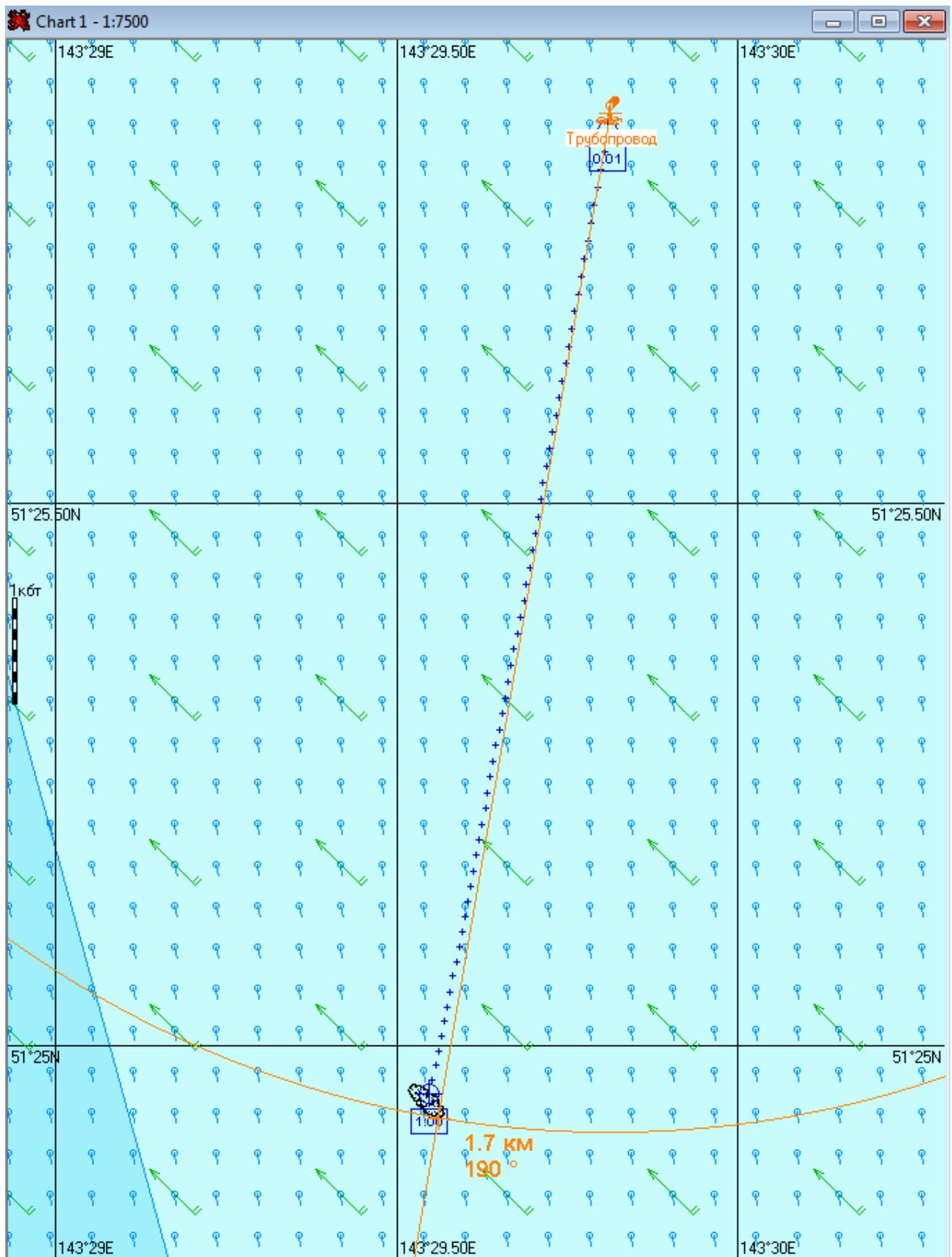


Рис. 2А.1.2. – Карта ЧС(Н) на 1 час с момента разлива (расстояние от источника разлива до дальней кромки)

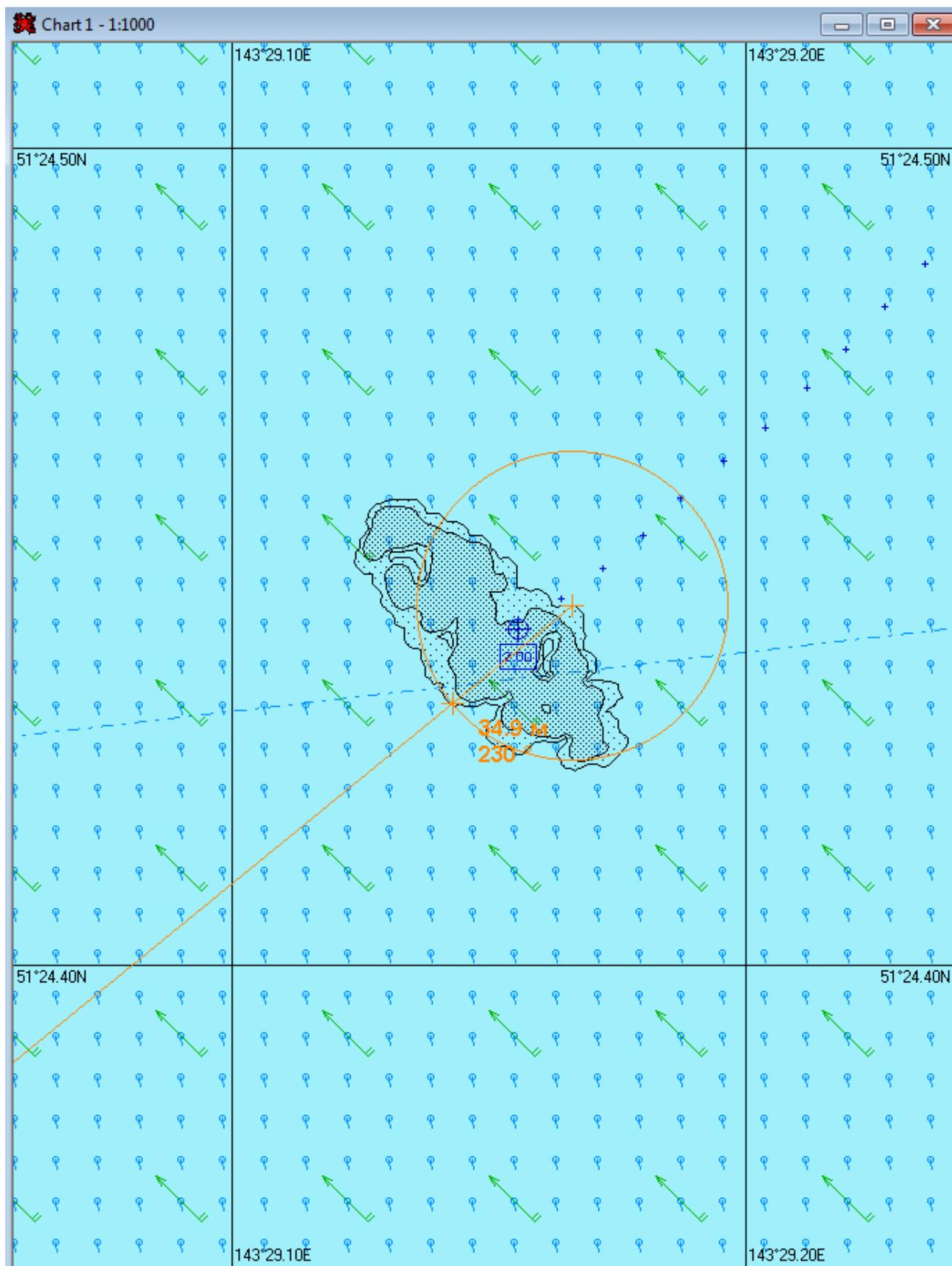


Рис. 2А.2.1. – Карта ЧС(Н) на 2 часа с момента разлива (конфигурация нефтяного пятна)

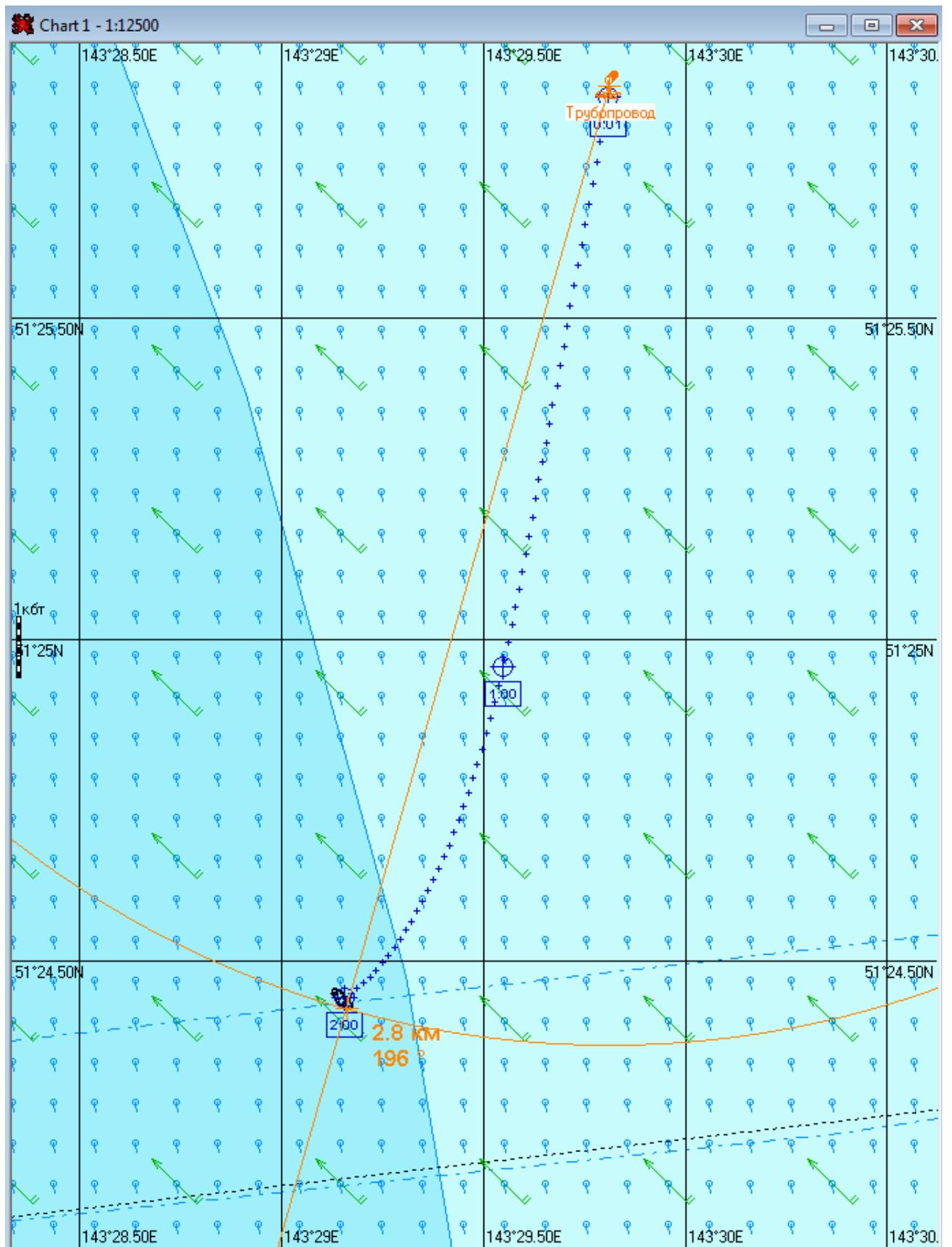


Рис. 2А.2.2. – Карта ЧС(Н) на 2 часа с момента разлива (расстояние от источника разлива до дальней кромки)

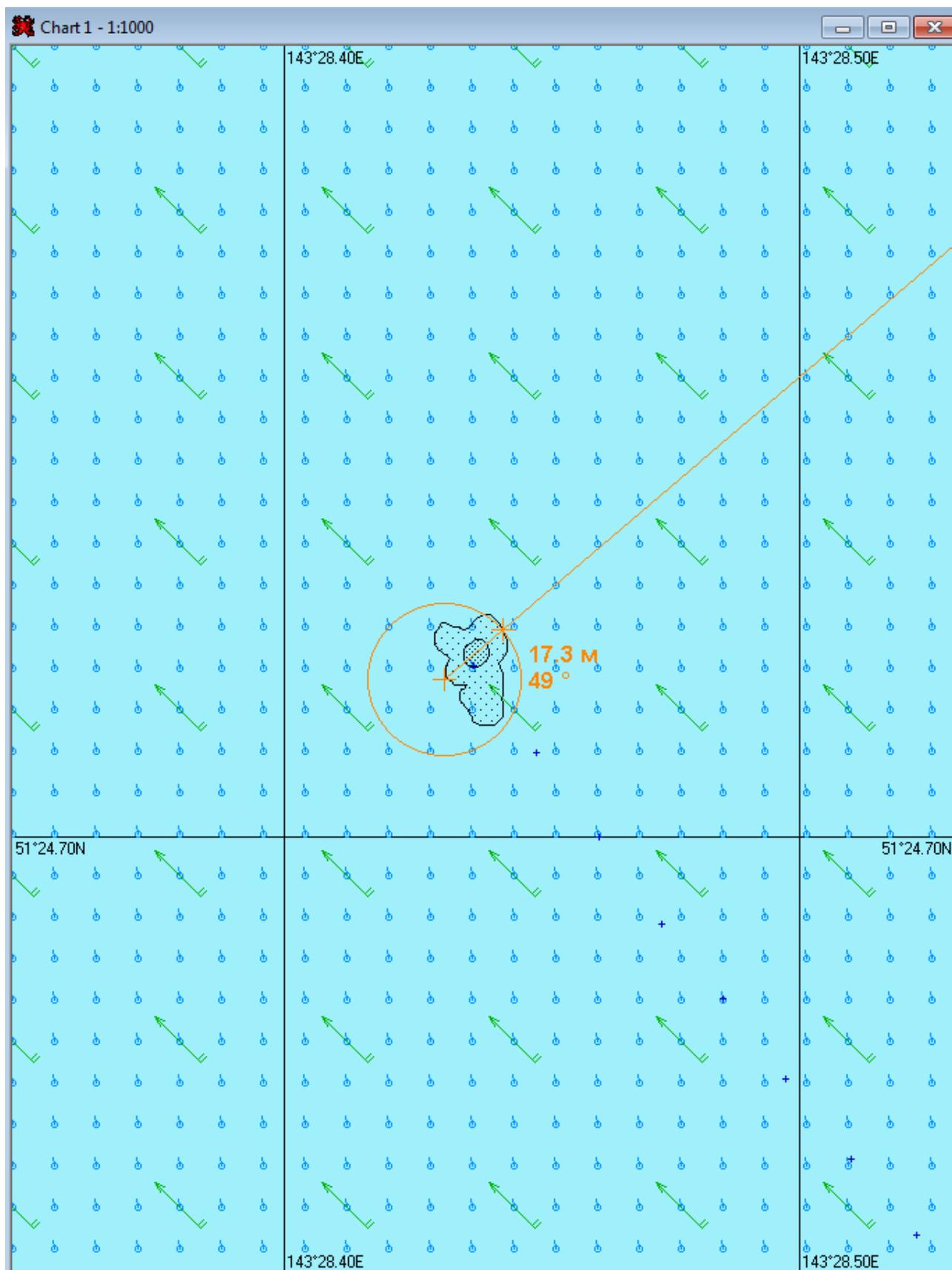


Рис. 2А.3.1. – Карта ЧС(Н) на 3 часа 11 минут с момента разлива (конфигурация нефтяного пятна) (полное рассеивание)

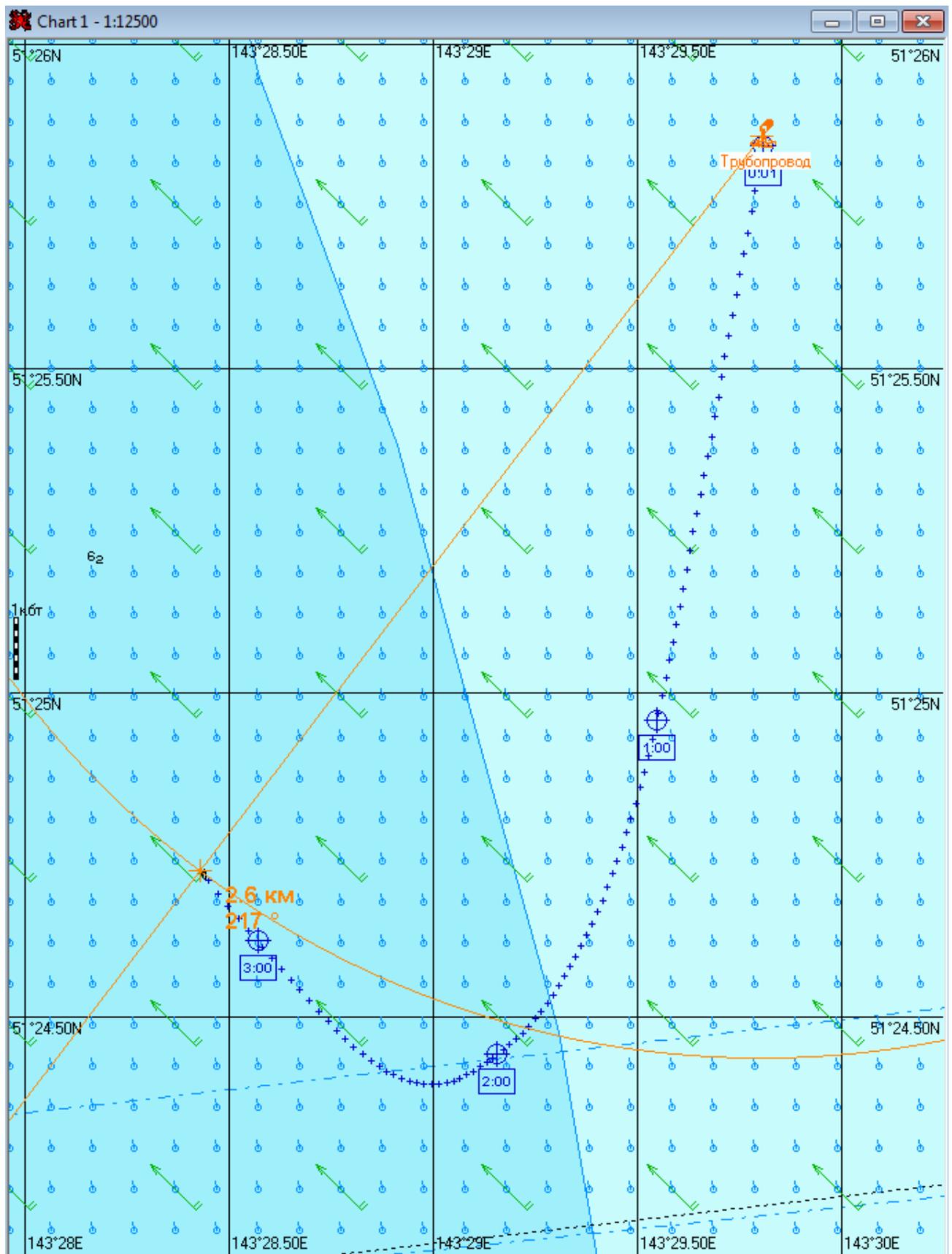


Рис. 2А.3.2. – Карта ЧС(Н) на 3 часа 11 минуту с момента разлива (расстояние от источника разлива до дальней кромки) (полное рассеивание)

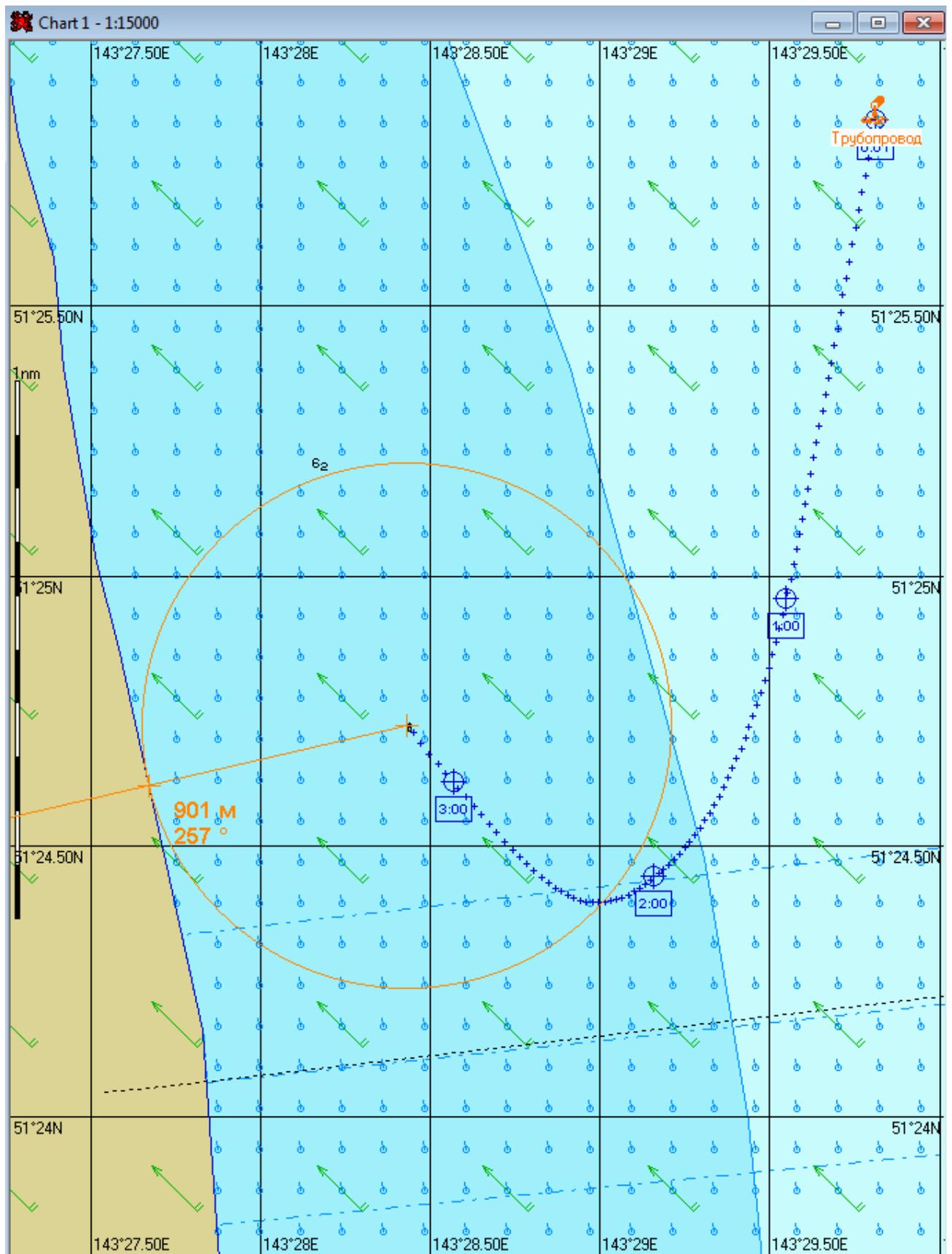


Рис. 2А.3.3. – Карта ЧС(Н) на 3 часа 11 минуту с момента разлива (расстояние от нефтяного пятна до береговой черты) (полное рассеивание)

**2.5 Сценарий 2Б**

Разлив нефти распространяется на юго-запад. Направление ветра восточное. Сила ветра 10 м/с.

Таблица 2Б.1 – Сценарий ЧС(Н)

№	Свойства разлива	1 час	2 часа	Полное рассеивание на 2 часа 40 минут
1	Дислокация пятна (широта, долгота)	51°24.510N 143°29.265E	51°23.560N 143°28.550E	51°23.315N 143°28.040E
2	Длина пятна, м	75	76	34
3	Ширина пятна, м	32	32	13
4	Площадь пятна, м <sup>2</sup>	1833	1734	254
5	Количество конденсата на плаву, т	0,5	0,2	0,01
6	Количество испарившегося конденсата, т	0,1	0,1	0,1
7	Количество диспергированного конденсата, т	0,3	0,6	0,7
8	Количество эмульсии на плаву, т	0,8	0,3	0,01
9	Максимальная толщина пятна, мм	1,3	0,8	0,3
10	Расстояние между источником разлива и пятном, м; пеленг, град.	2600 194	4500 199	5100 203
11	Количество конденсата на берегу, т	-	-	0,07
12	Длина загрязненной части берега, м	-	-	734

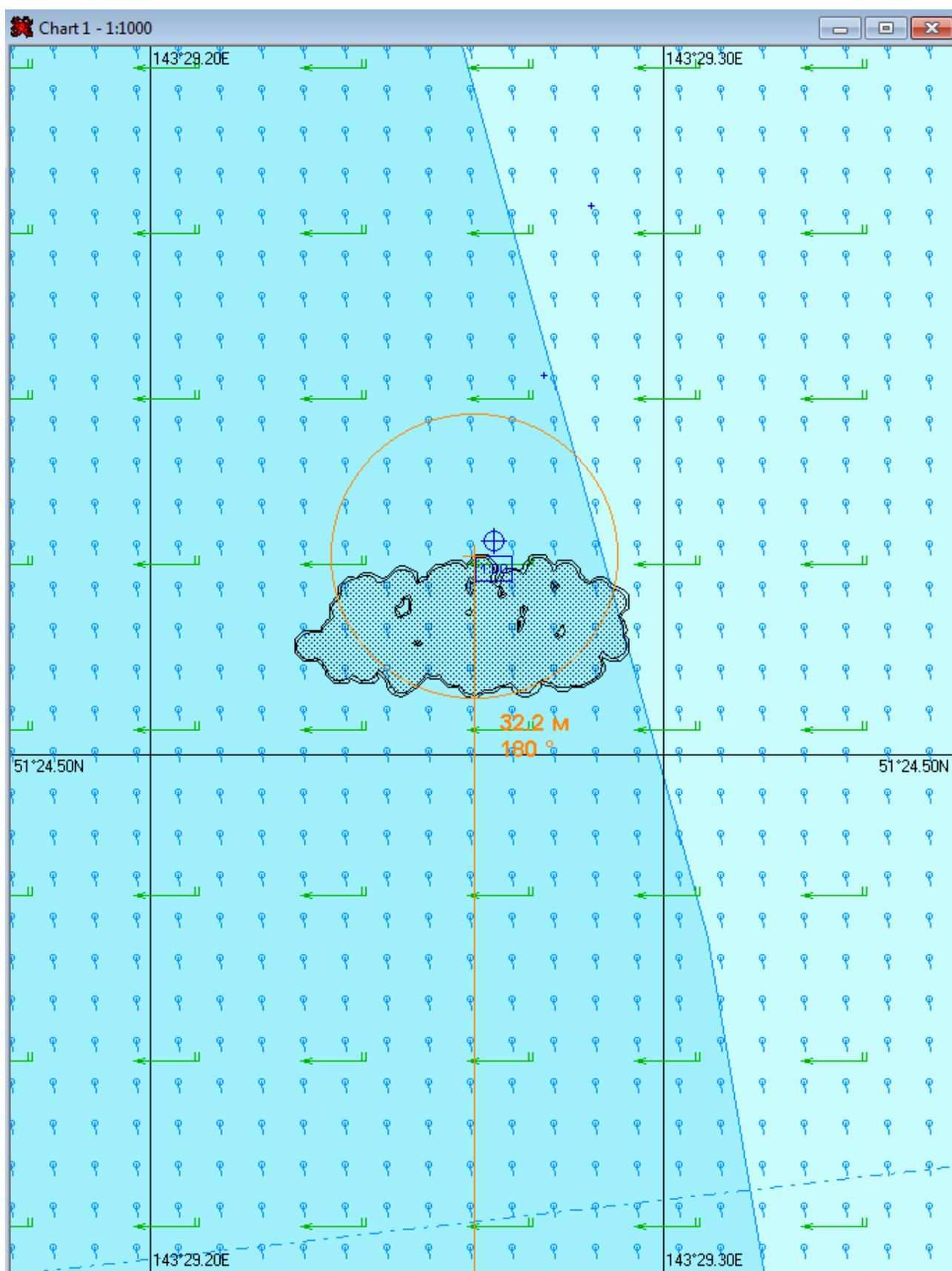


Рис. 2Б.1.1. – Карта ЧС(Н) на 1 час с момента разлива (конфигурация нефтяного пятна)

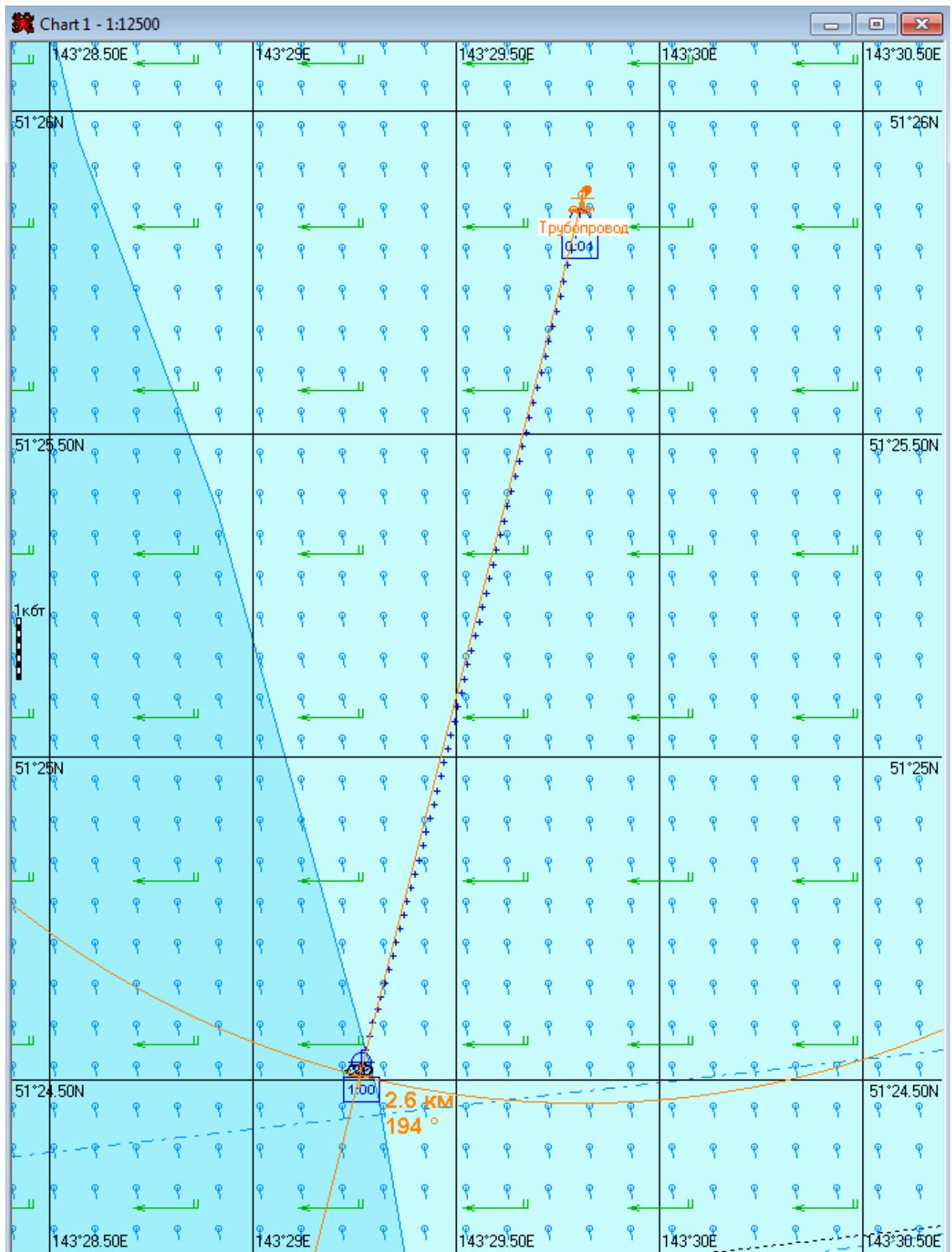


Рис. 2Б.1.2. – Карта ЧС(Н) на 1 час с момента разлива (расстояние от источника разлива до дальней кромки)

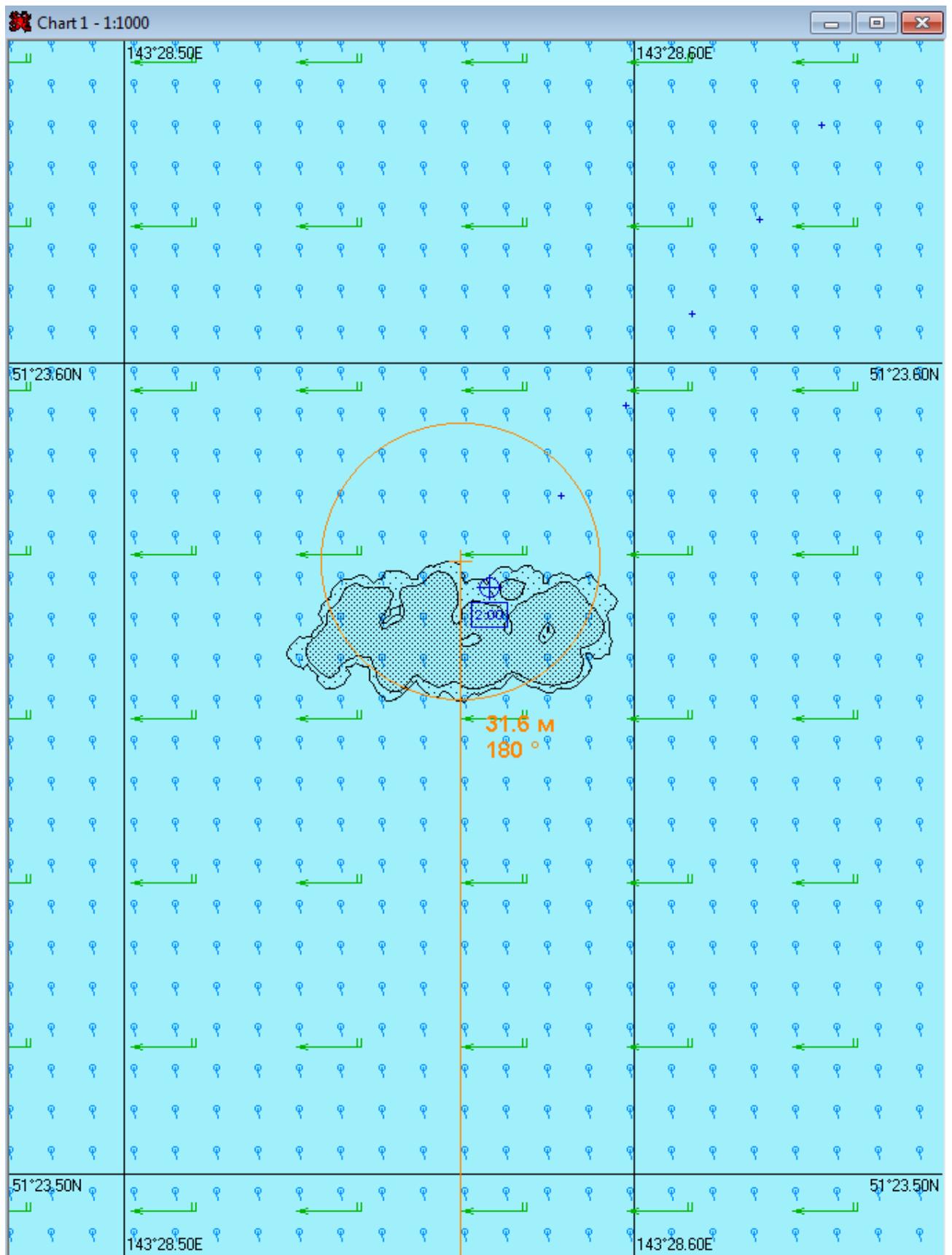


Рис. 2Б.2.1. – Карта ЧС(Н) на 2 часа с момента разлива (конфигурация нефтяного пятна)

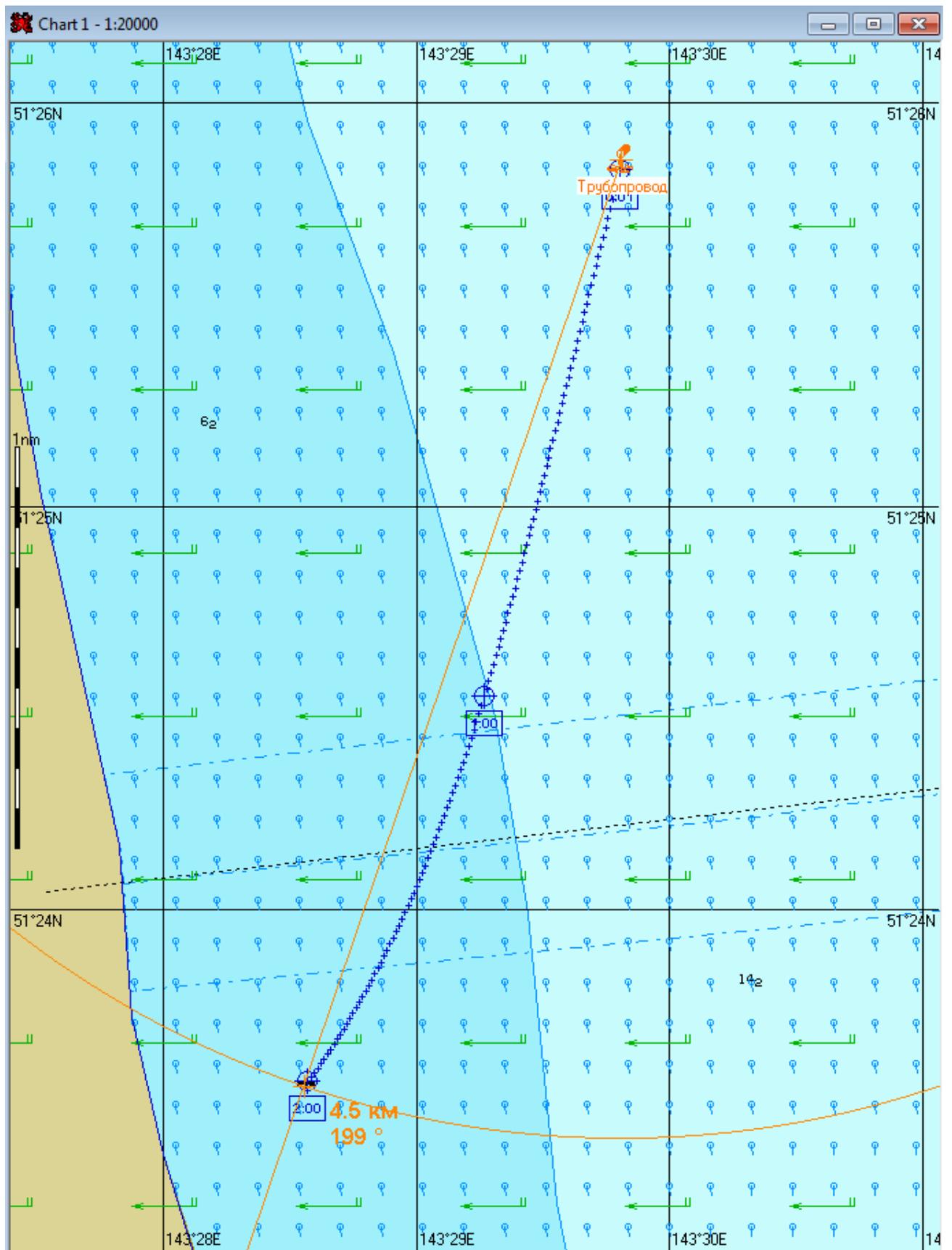


Рис. 2Б.2.2. – Карта ЧС(Н) на 2 часа с момента разлива (расстояние от источника разлива до дальней кромки)

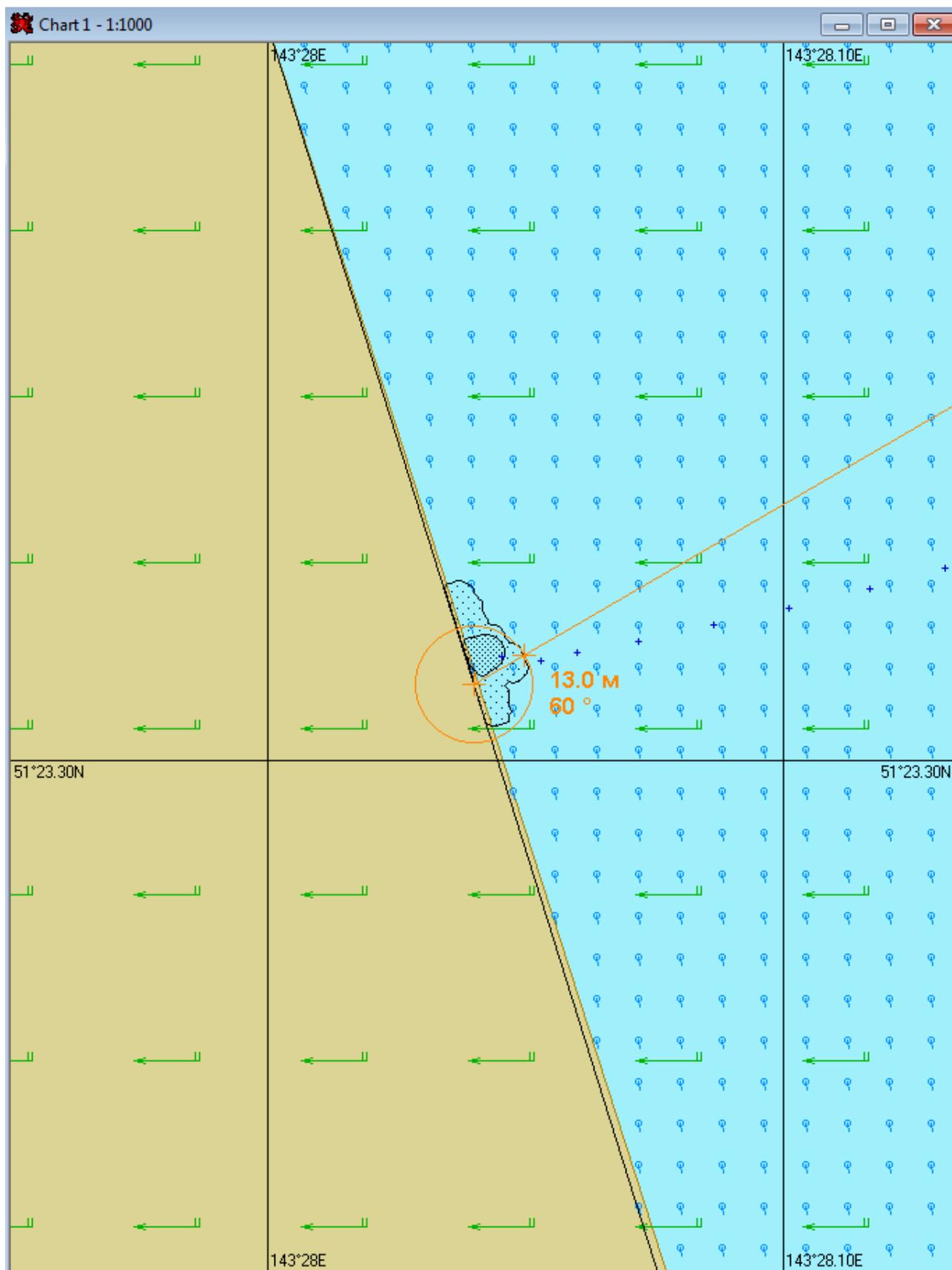


Рис. 2Б.3.1. – Карта ЧС(Н) на 2 часа 40 минут с момента разлива (конфигурация нефтяного пятна) (полное рассеивание)

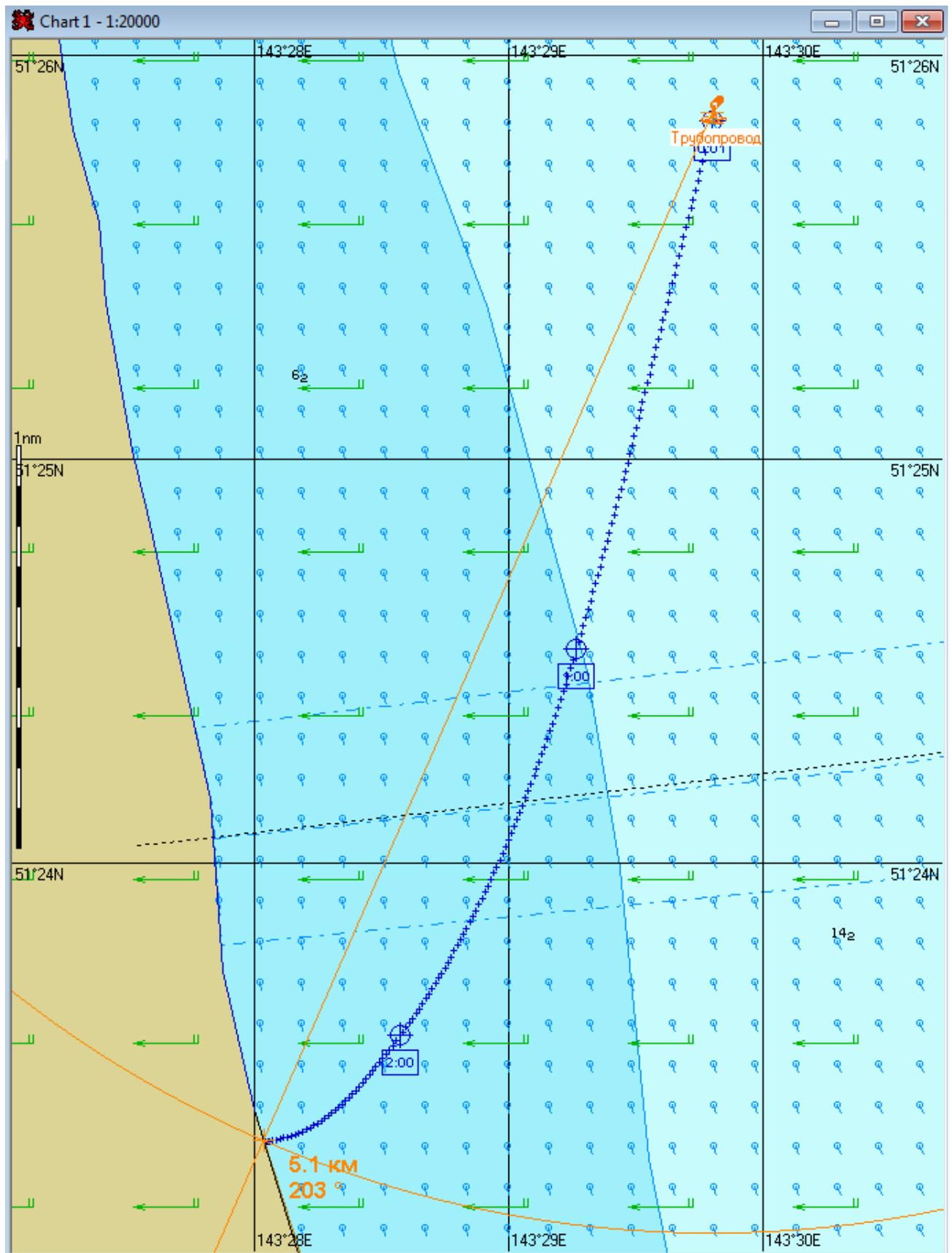


Рис. 2Б.3.2. – Карта ЧС(Н) на 2 часа 40 минут с момента разлива (расстояние от источника разлива до дальней кромки) (полное рассеивание)

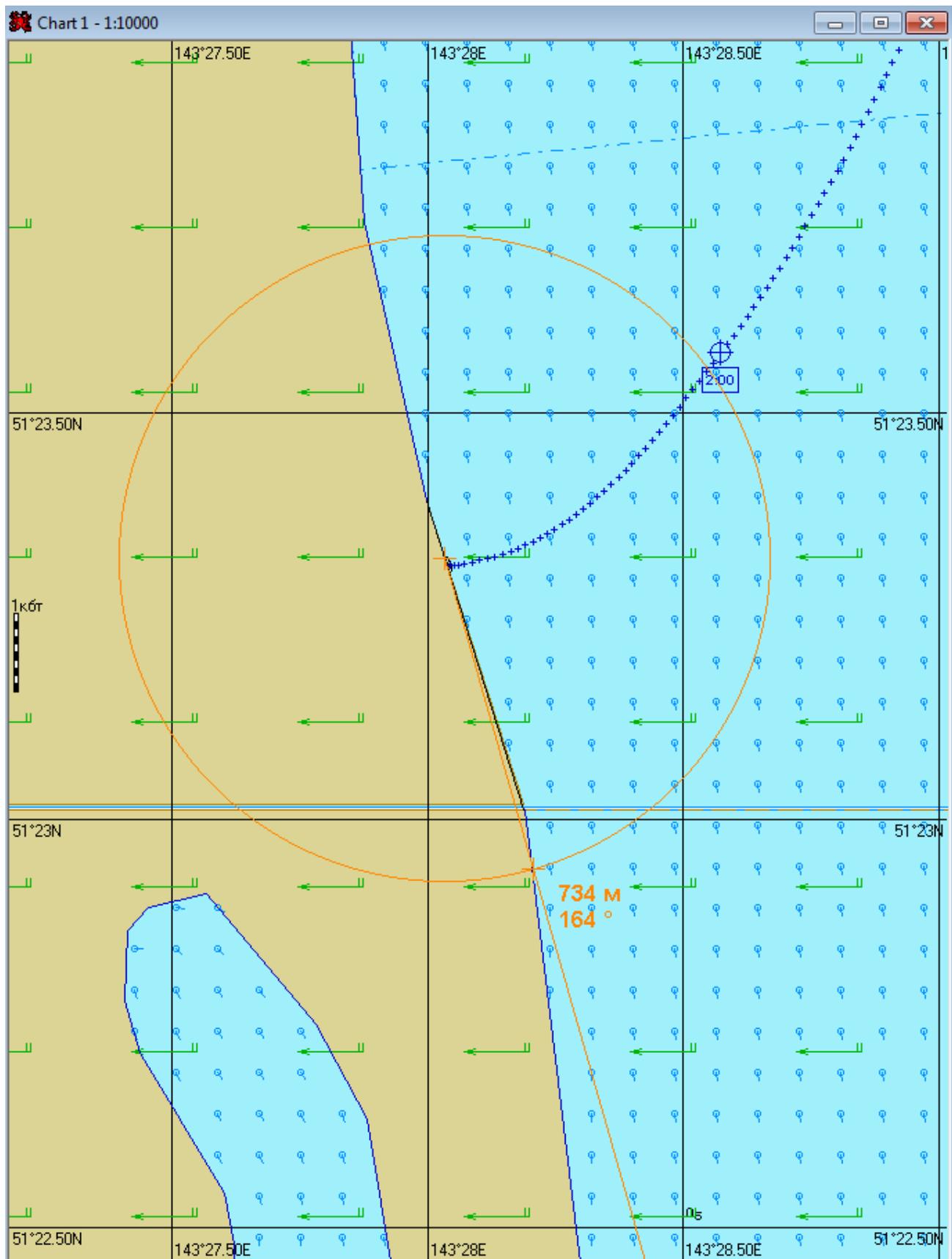


Рис. 2Б.3.3. – Карта ЧС(Н) на 2 часа 40 минут с момента разлива (загрязнённый берег) (полное рассеивание)

**2.6 Сценарий 2В**

Разлив нефти распространяется на юго-запад. Направление ветра северо-восточное. Сила ветра 10 м/с.

Таблица 2В.1 – Сценарий ЧС(Н)

№	Свойства разлива	1 час	2 часа	Полное рассеивание на 2 часа 58 минут
1	Дислокация пятна (широта, долгота)	51°24.070N 143°29.505E	51°22.700N 143°29.035E	51°22.090N 143°28.510E
2	Длина пятна, м	80	90	42
3	Ширина пятна, м	32	32	29
4	Площадь пятна, м <sup>2</sup>	1866	1883	692
5	Количество конденсата на плаву, т	0,5	0,2	0,01
6	Количество испарившегося конденсата, т	0,1	0,1	0,1
7	Количество диспергированного конденсата, т	0,3	0,6	0,8
8	Количество эмульсии на плаву, т	0,8	0,3	0,01
9	Максимальная толщина пятна, мм	1,3	0,6	0,2
10	Расстояние между источником разлива и пятном, м; пеленг, град.	3300 186	5900 188	7100 192
11	Количество конденсата на берегу, т	-	-	-
12	Длина загрязненной части берега, м	-	-	-

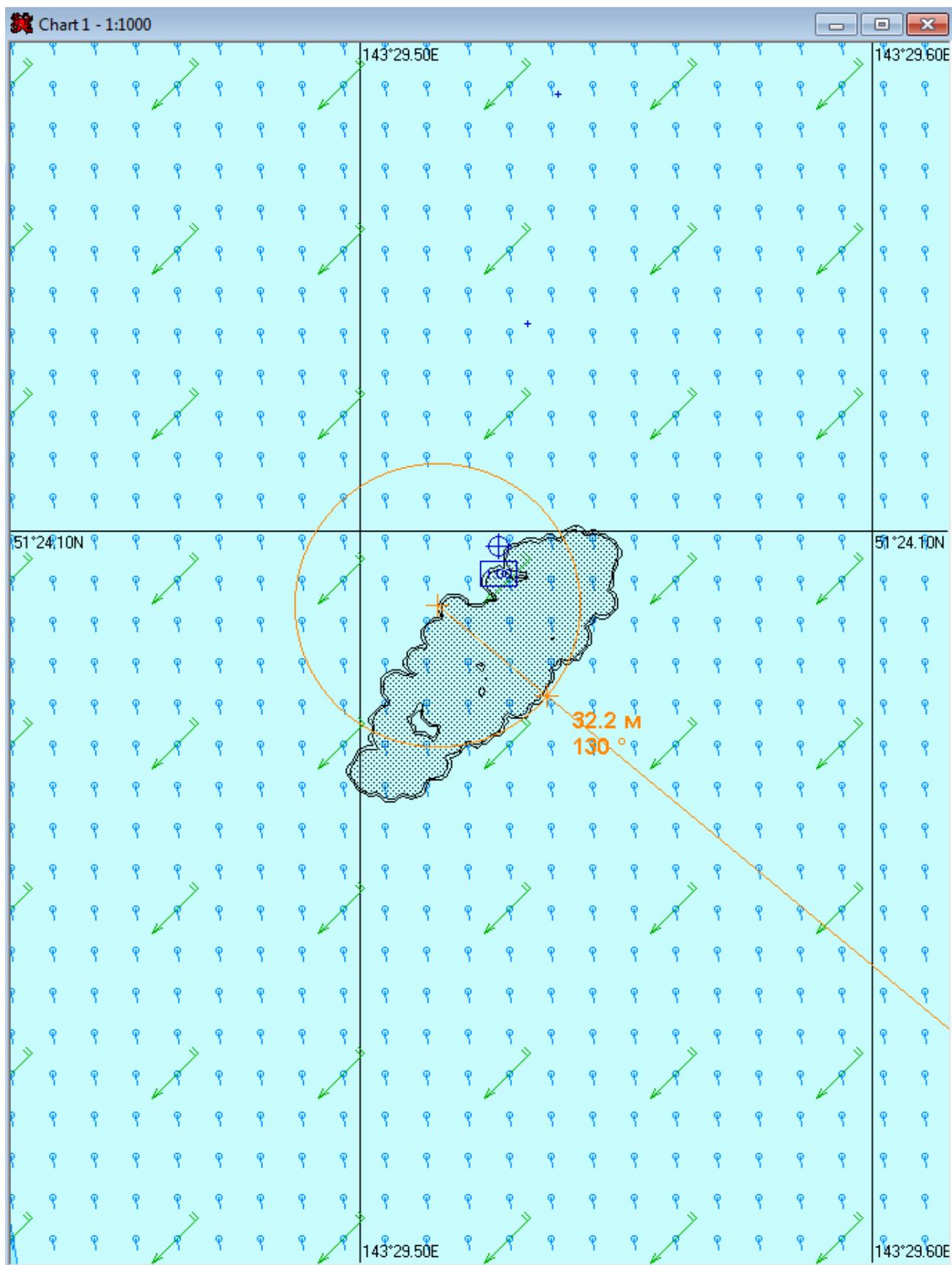


Рис. 2В.1.1. – Карта ЧС(Н) на 1 час с момента разлива (конфигурация нефтяного пятна)

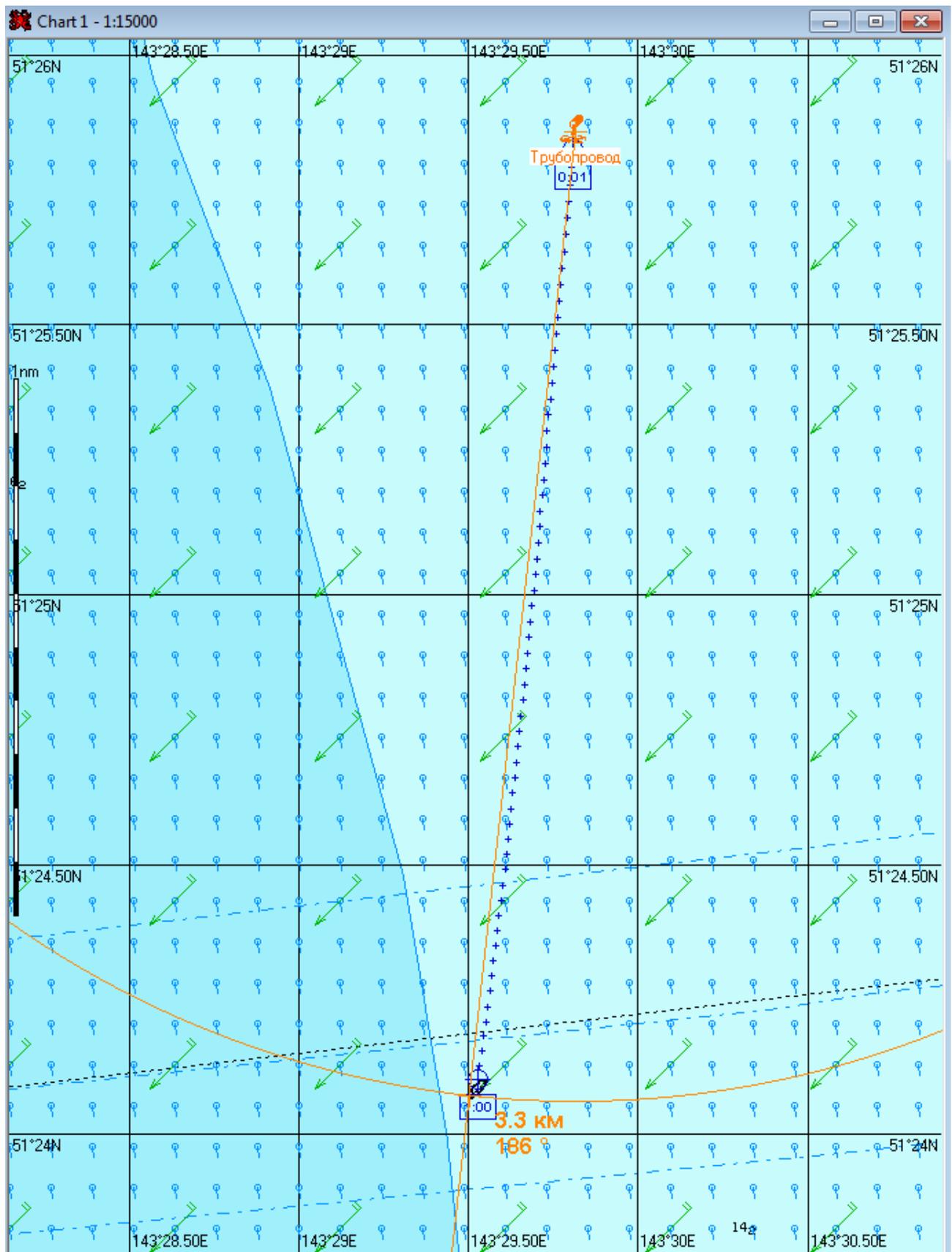


Рис. 2В.1.2. – Карта ЧС(Н) на 1 час с момента разлива (расстояние от источника разлива до дальней кромки)

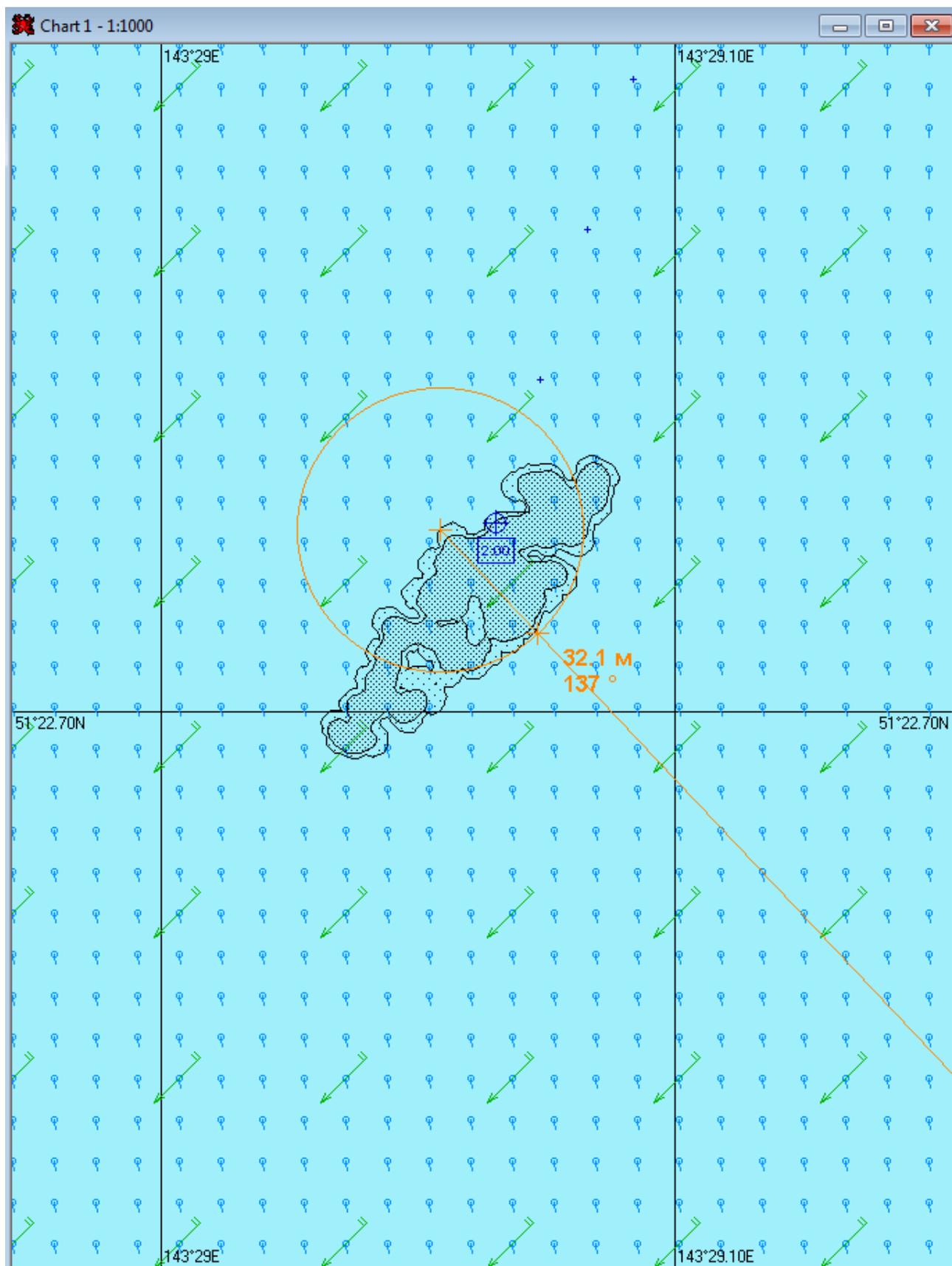


Рис. 2В.2.1. – Карта ЧС(Н) на 2 часа с момента разлива (конфигурация нефтяного пятна)

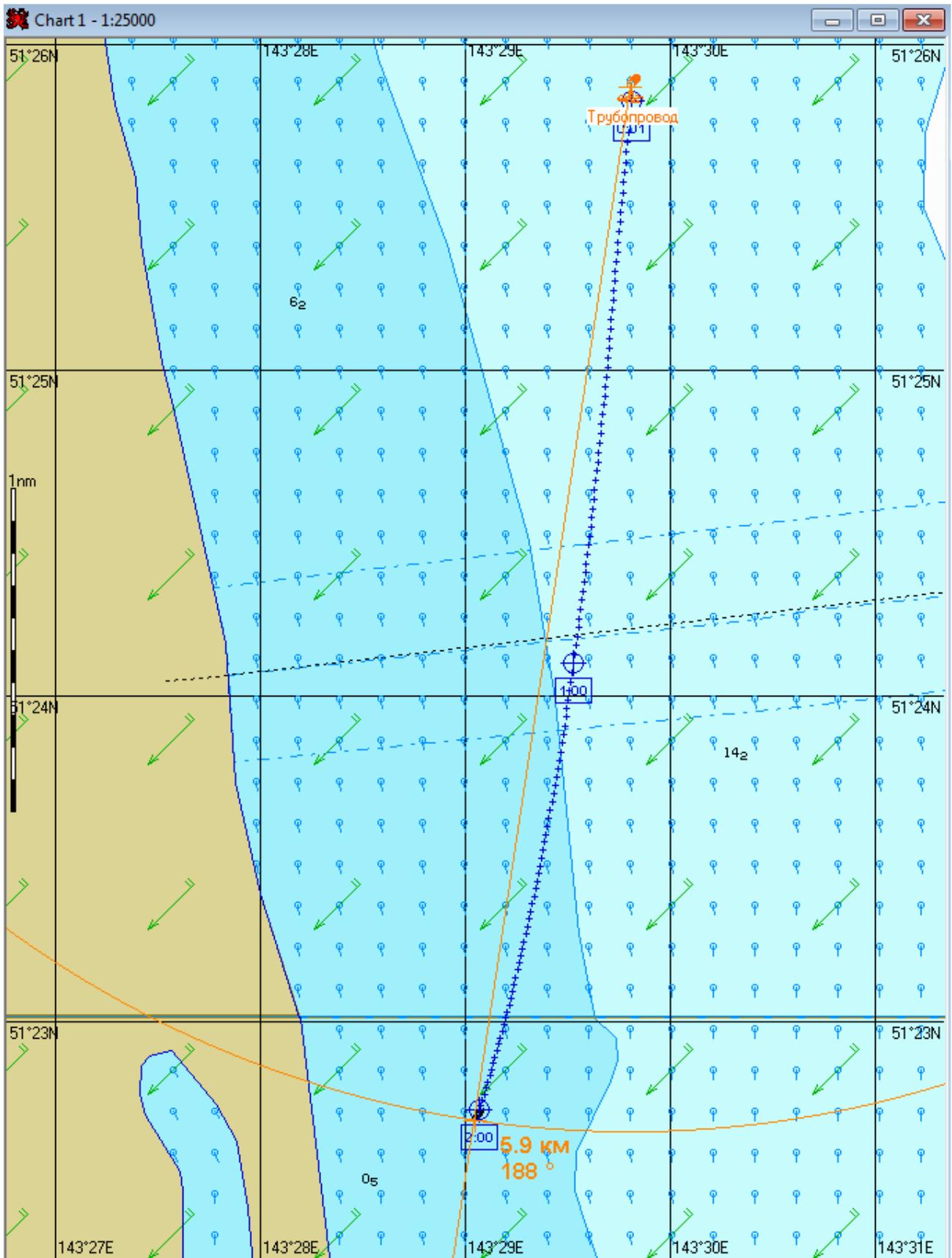


Рис. 2В.2.2. – Карта ЧС(Н) на 2 часа с момента разлива (расстояние от источника разлива до дальней кромки)

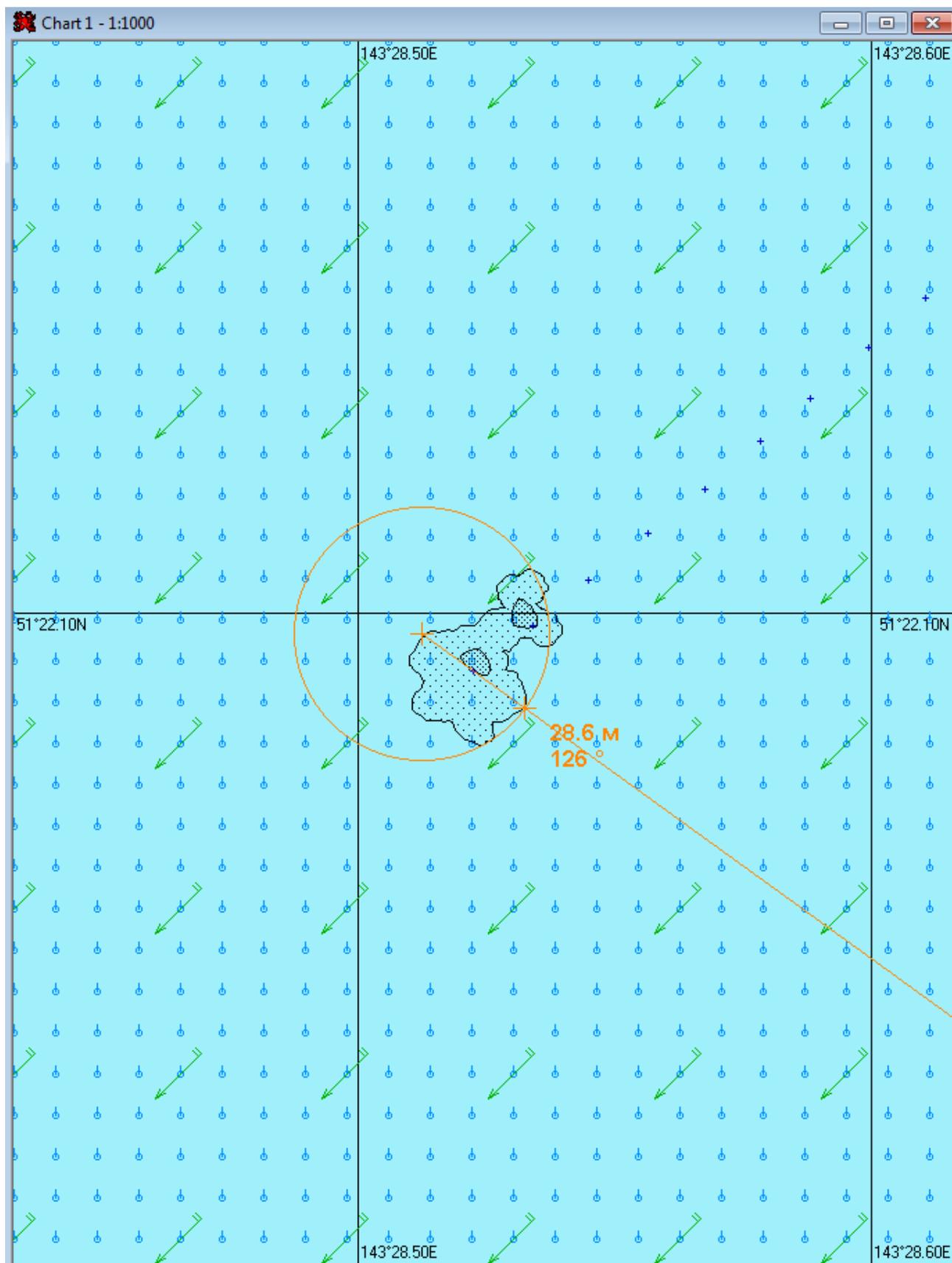


Рис. 2В.3.1. – Карта ЧС(Н) на 2 часа 56 минут с момента разлива (конфигурация нефтяного пятна) (полное рассеивание)

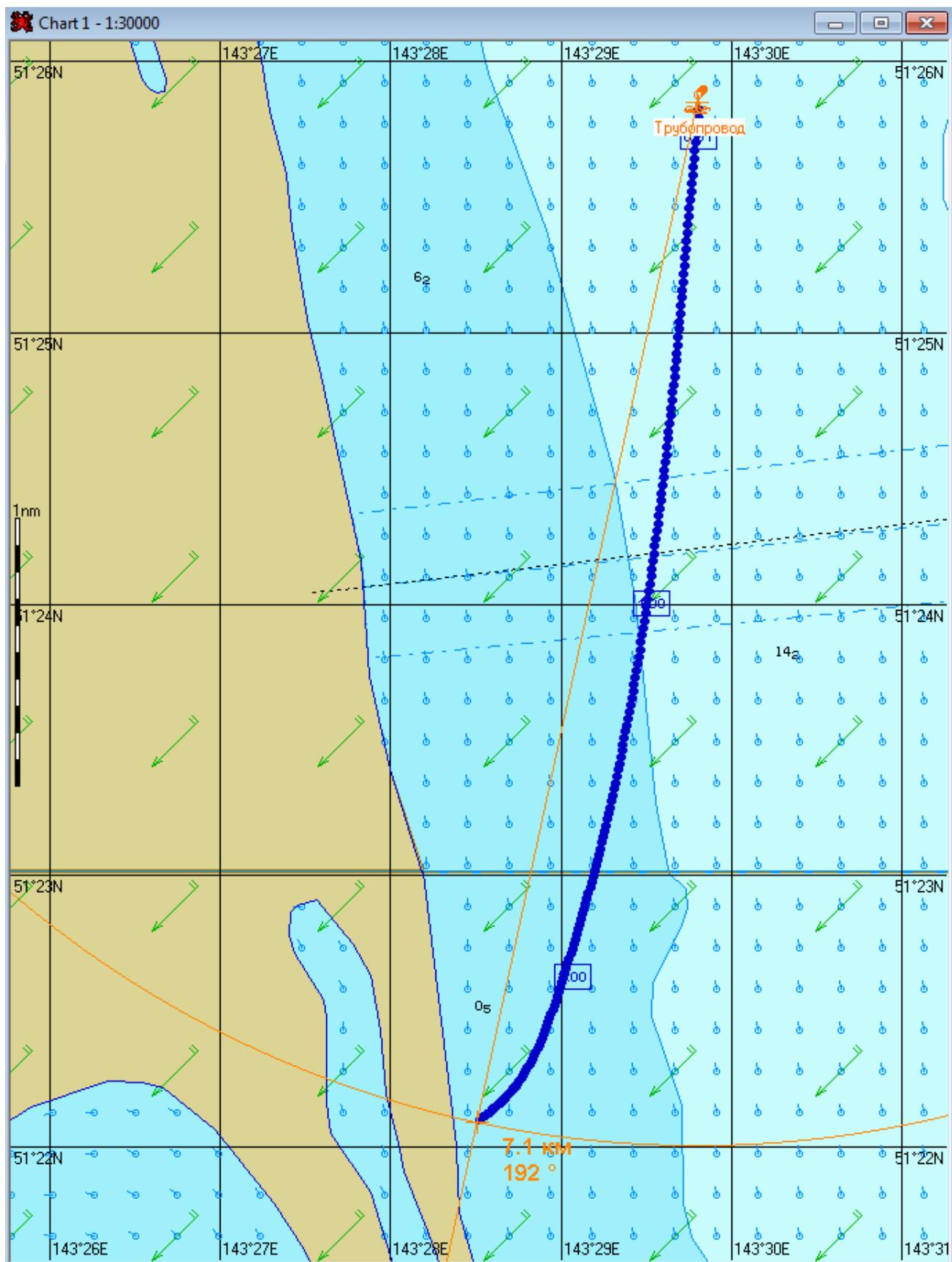


Рис. 2В.3.2. – Карта ЧС(Н) на 2 часа 56 минут с момента разлива (расстояние от источника разлива до дальней кромки) (полное рассеивание)

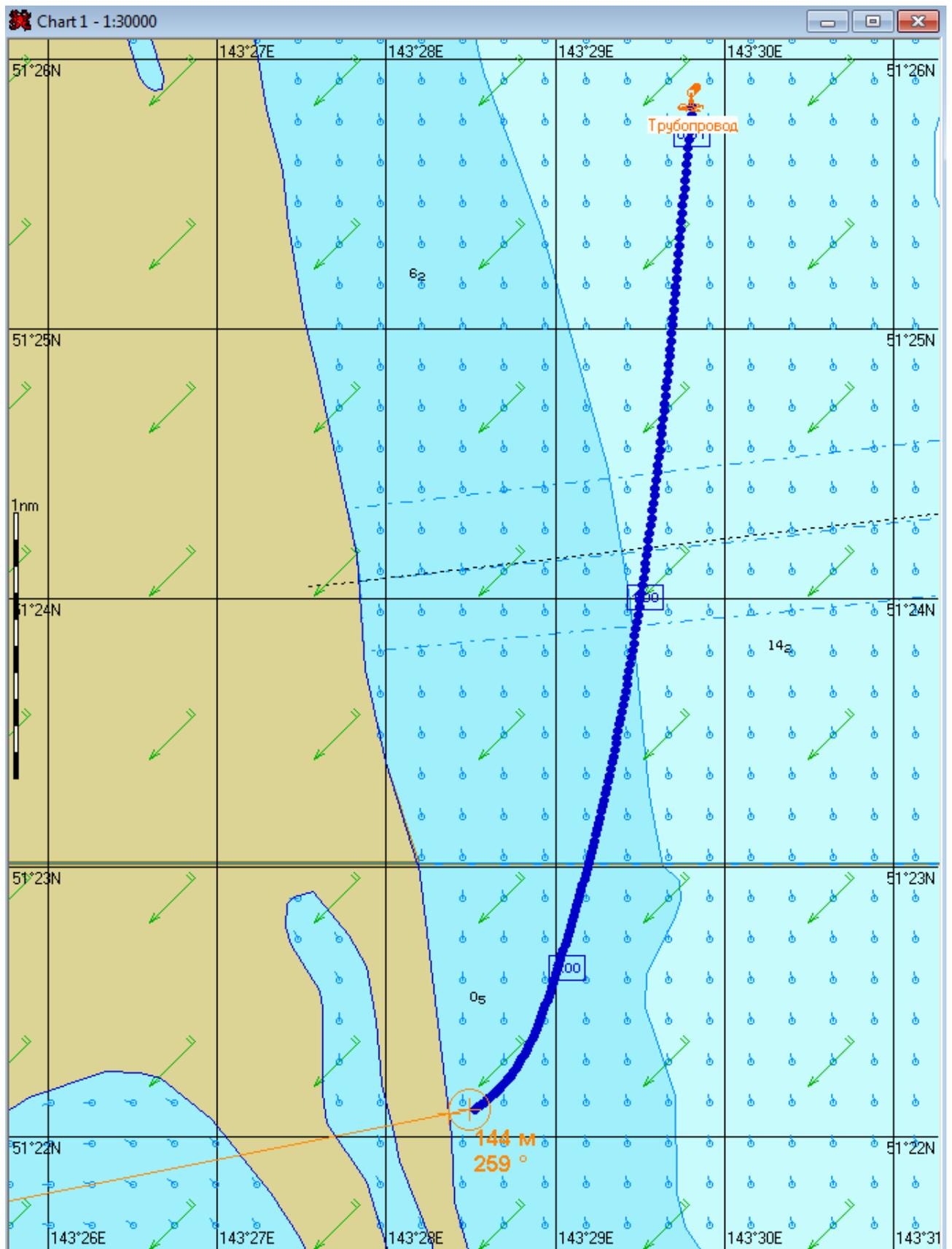


Рис. 2В.3.3. – Карта ЧС(Н) на 2 часа 56 минут с момента разлива (расстояние от нефтяного пятна до береговой черты) (полное рассеивание)

**2.7 Сценарий 3А**

Разлив нефти распространяется на юго-запад. Направление ветра юго-восточное. Сила ветра 15 м/с.

Таблица 3А.1 – Сценарий ЧС(Н)

№	Свойства разлива	Полное рассеивание на 34 минуты
1	Дислокация пятна (широта, долгота)	51°25.430N 143°29.470E
2	Длина пятна, м	54
3	Ширина пятна, м	12
4	Площадь пятна, м <sup>2</sup>	257
5	Количество конденсата на плаву, т	0,01
6	Количество испарившегося конденсата, т	0,02
7	Количество диспергированного конденсата, т	0,9
8	Количество эмульсии на плаву, т	0,01
9	Максимальная толщина пятна, мм	0,1
10	Расстояние между источником разлива и пятном, м; пеленг, град.	895 207
11	Количество конденсата на берегу, т	-
12	Длина загрязненной части берега, м	-

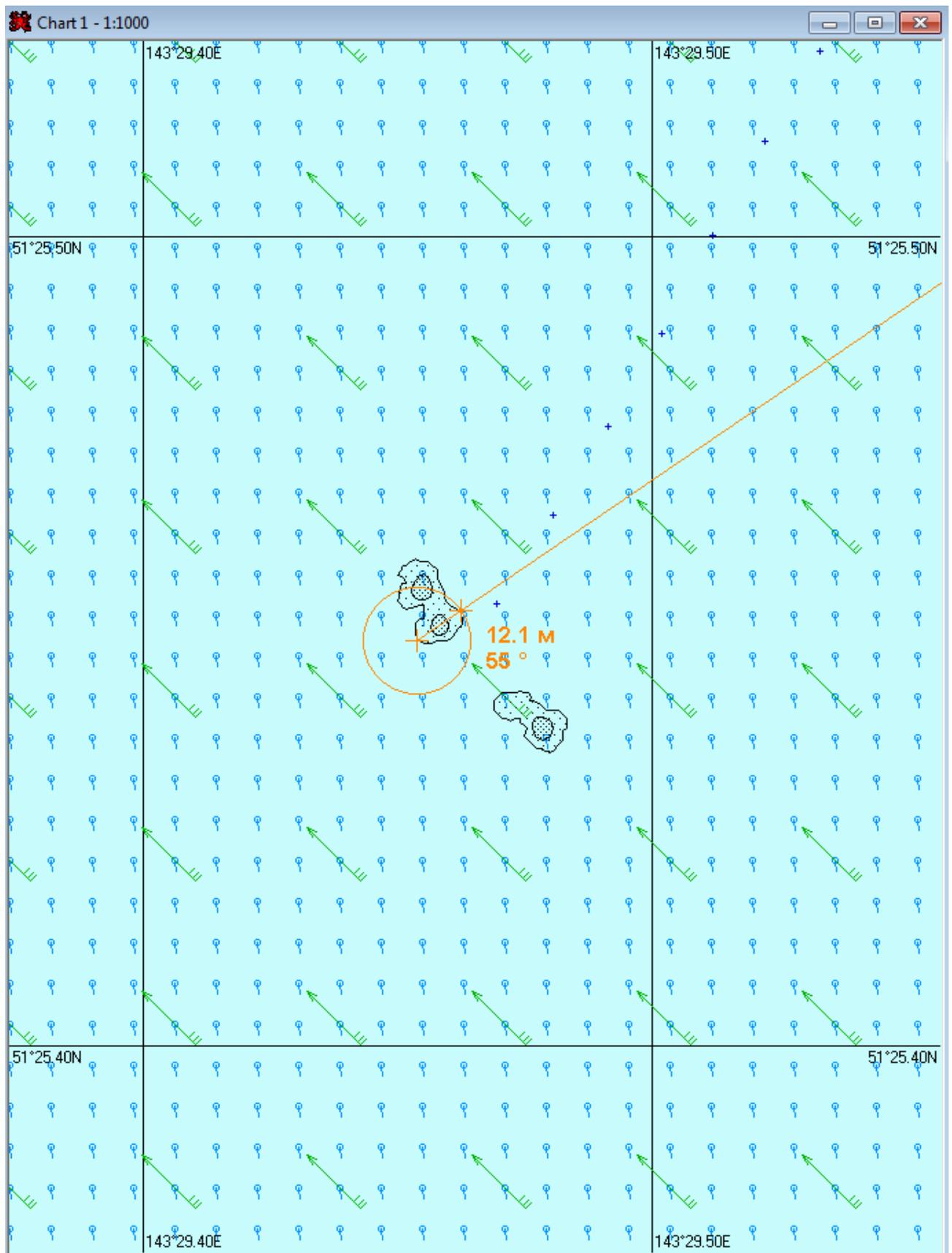


Рис. 3А.1.1. – Карта ЧС(Н) на 34 минуты с момента разлива (конфигурация нефтяного пятна) (полное рассеивание)

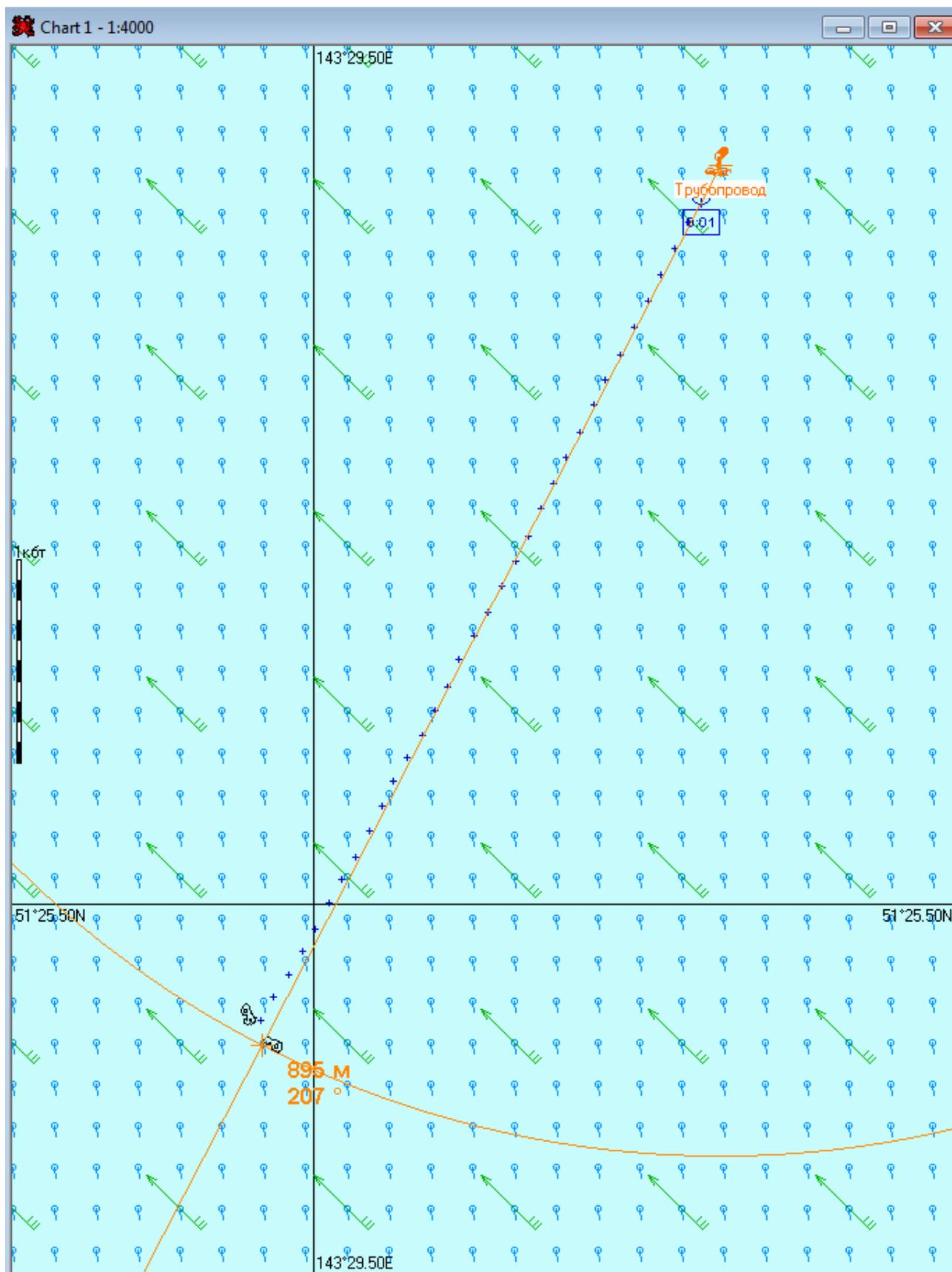


Рис. 3А.1.2. – Карта ЧС(Н) на 34 минуты с момента разлива (расстояние от источника разлива до дальней кромки) (полное рассеивание)

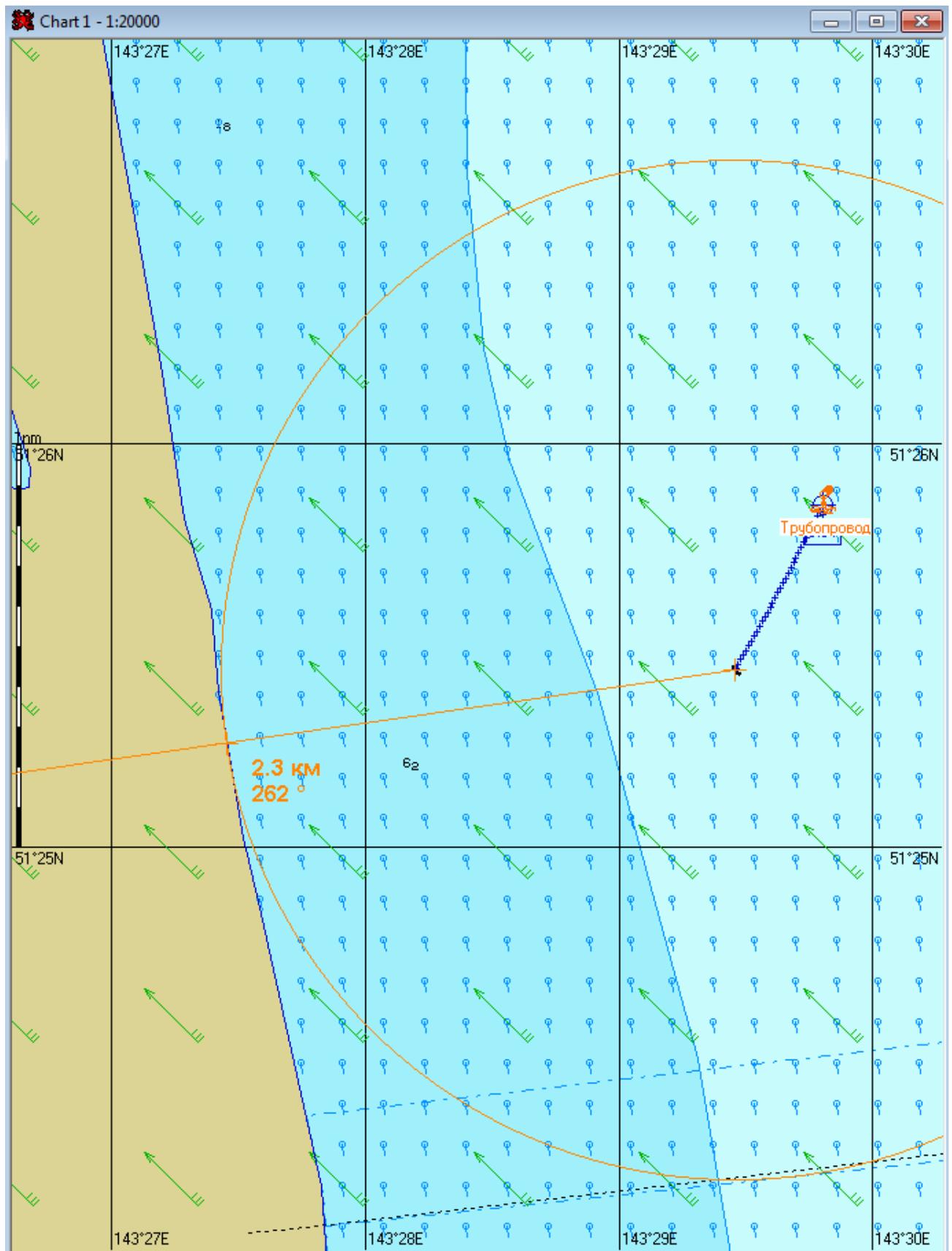


Рис. 3А.1.3. – Карта ЧС(Н) на 34 минуты с момента разлива (расстояние от нефтяного пятна до береговой черты) (полное рассеивание)

**2.8 Сценарий ЗБ**

Разлив нефти распространяется на юго-запад. Направление ветра восточное. Сила ветра 15 м/с.

Таблица ЗБ.1 – Сценарий ЧС(Н)

№	Свойства разлива	Полное рассеивание на 33 минуты
1	Дислокация пятна (широта, долгота)	51°25.100N 143°29.250E
2	Длина пятна, м	28
3	Ширина пятна, м	13
4	Площадь пятна, м <sup>2</sup>	169
5	Количество конденсата на плаву, т	0,01
6	Количество испарившегося конденсата, т	0,02
7	Количество диспергированного конденсата, т	0,9
8	Количество эмульсии на плаву, т	0,01
9	Максимальная толщина пятна, мм	0,2
10	Расстояние между источником разлива и пятном, м; пеленг, град.	1600 205
11	Количество конденсата на берегу, т	-
12	Длина загрязненной части берега, м	-

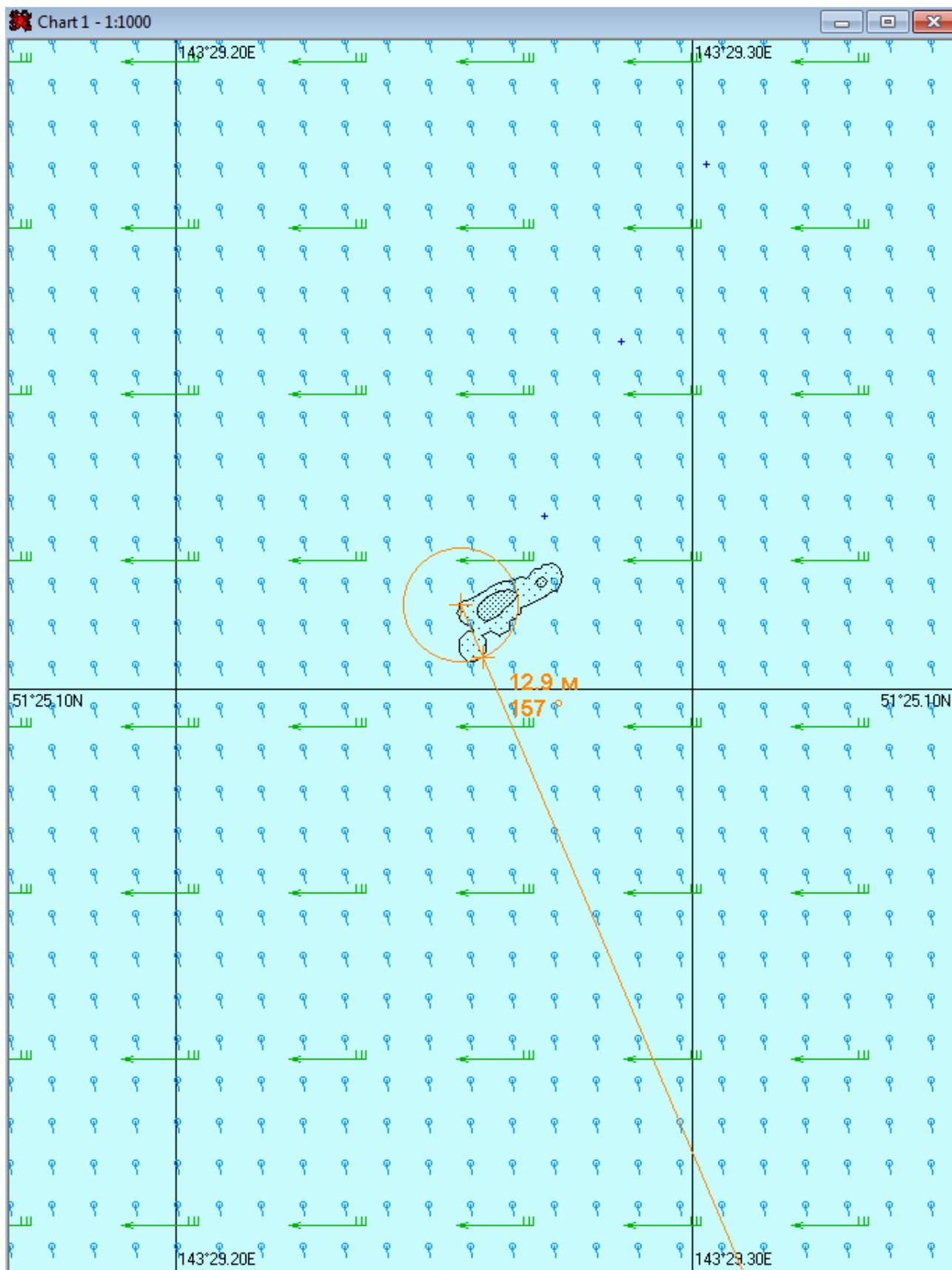


Рис. 3Б.1.1. – Карта ЧС(Н) на 33 минуты с момента разлива (конфигурация нефтяного пятна) (полное рассеивание)

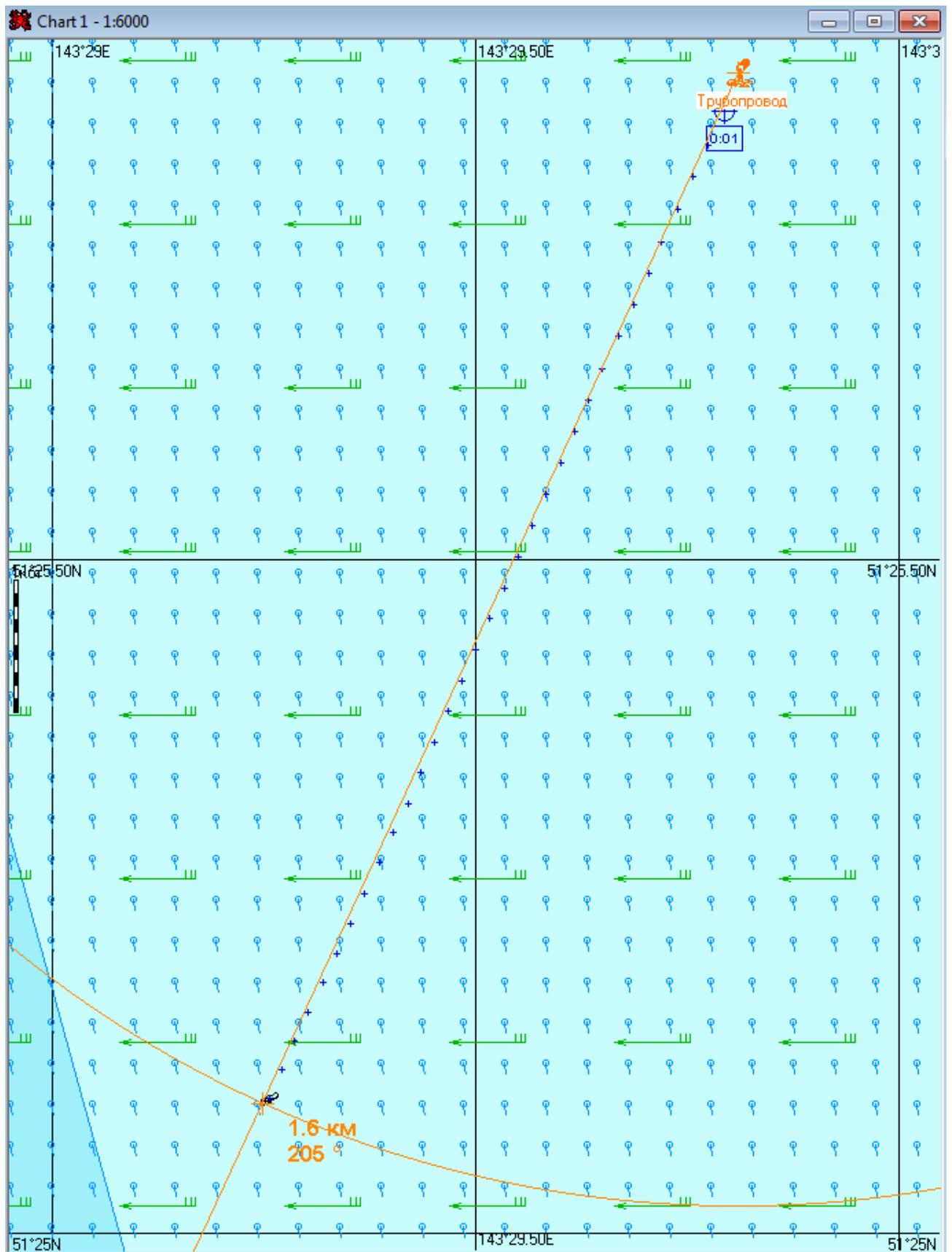


Рис. 3Б.1.2. – Карта ЧС(Н) на 33 минуты с момента разлива (расстояние от источника разлива до дальней кромки) (полное рассеивание)

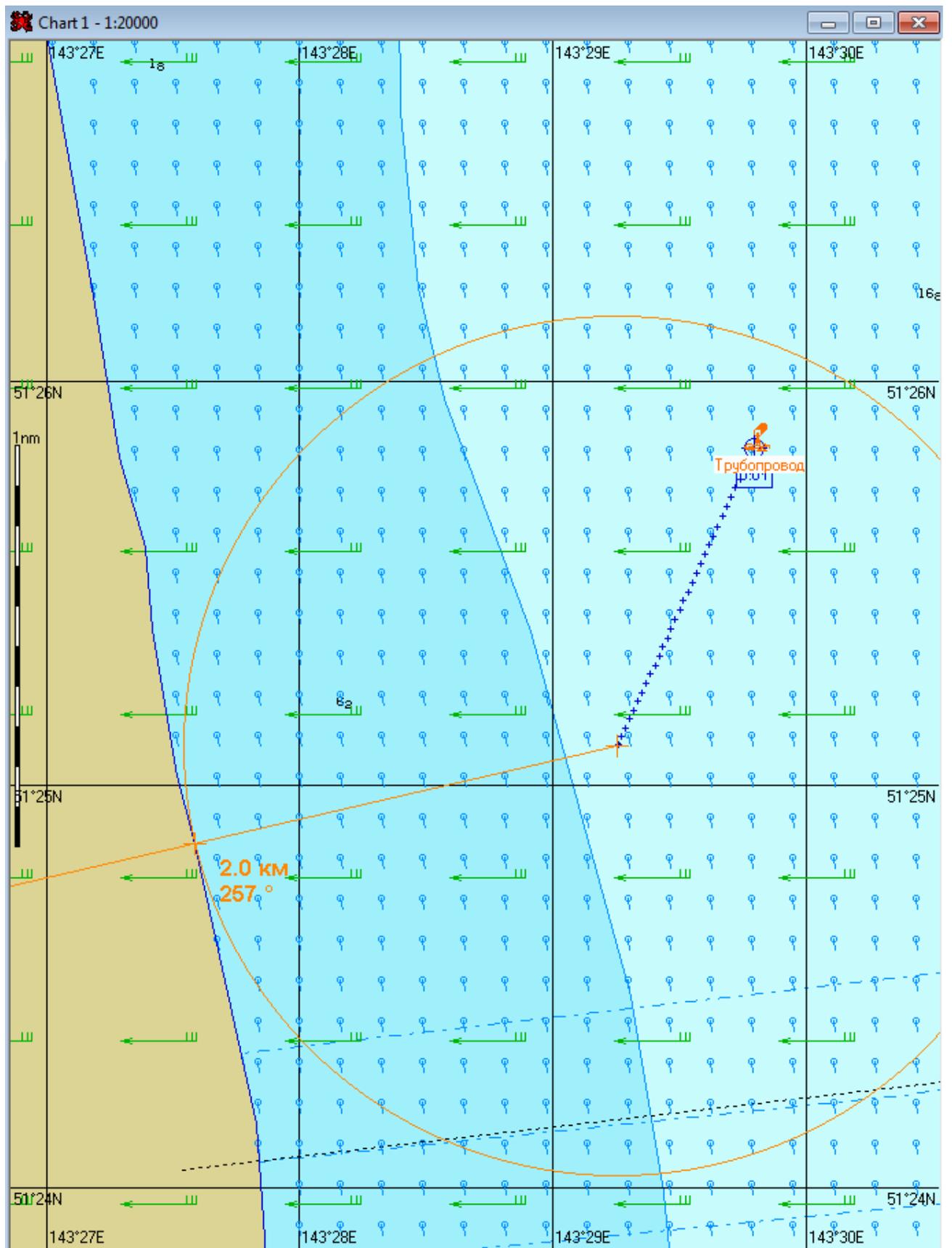


Рис. 3Б.1.3. – Карта ЧС(Н) на 33 минуты с момента разлива (расстояние от нефтяного пятна до береговой черты) (полное рассеивание)

**2.9 Сценарий ЗВ**

Разлив нефти распространяется на юго-запад. Направление ветра северо-восточное. Сила ветра 15 м/с.

Таблица ЗВ.1 – Сценарий ЧС(Н)

№	Свойства разлива	Полное рассеивание на 33 минуты
1	Дислокация пятна (широта, долгота)	51°24.735N 143°29.465E
2	Длина пятна, м	44
3	Ширина пятна, м	17
4	Площадь пятна, м <sup>2</sup>	333
5	Количество конденсата на плаву, т	0,01
6	Количество испарившегося конденсата, т	0,02
7	Количество диспергированного конденсата, т	0,9
8	Количество эмульсии на плаву, т	0,01
9	Максимальная толщина пятна, мм	0,2
10	Расстояние между источником разлива и пятном, м; пен-ленг, град.	2100 191
11	Количество конденсата на берегу, т	-
12	Длина загрязненной части берега, м	-

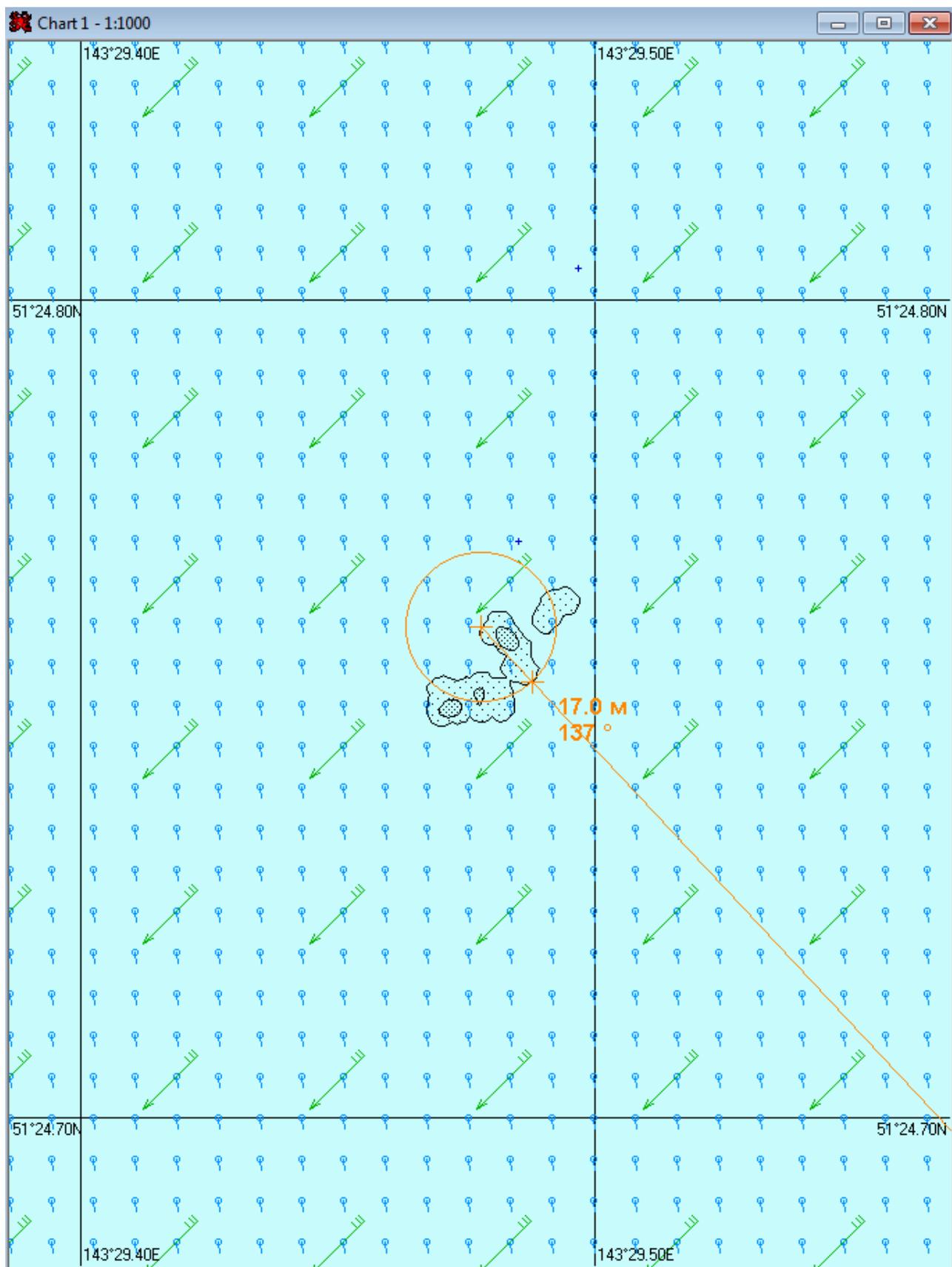


Рис. 3В.1.1. – Карта ЧС(Н) на 33 минуты с момента разлива (конфигурация нефтяного пятна) (полное рассеивание)

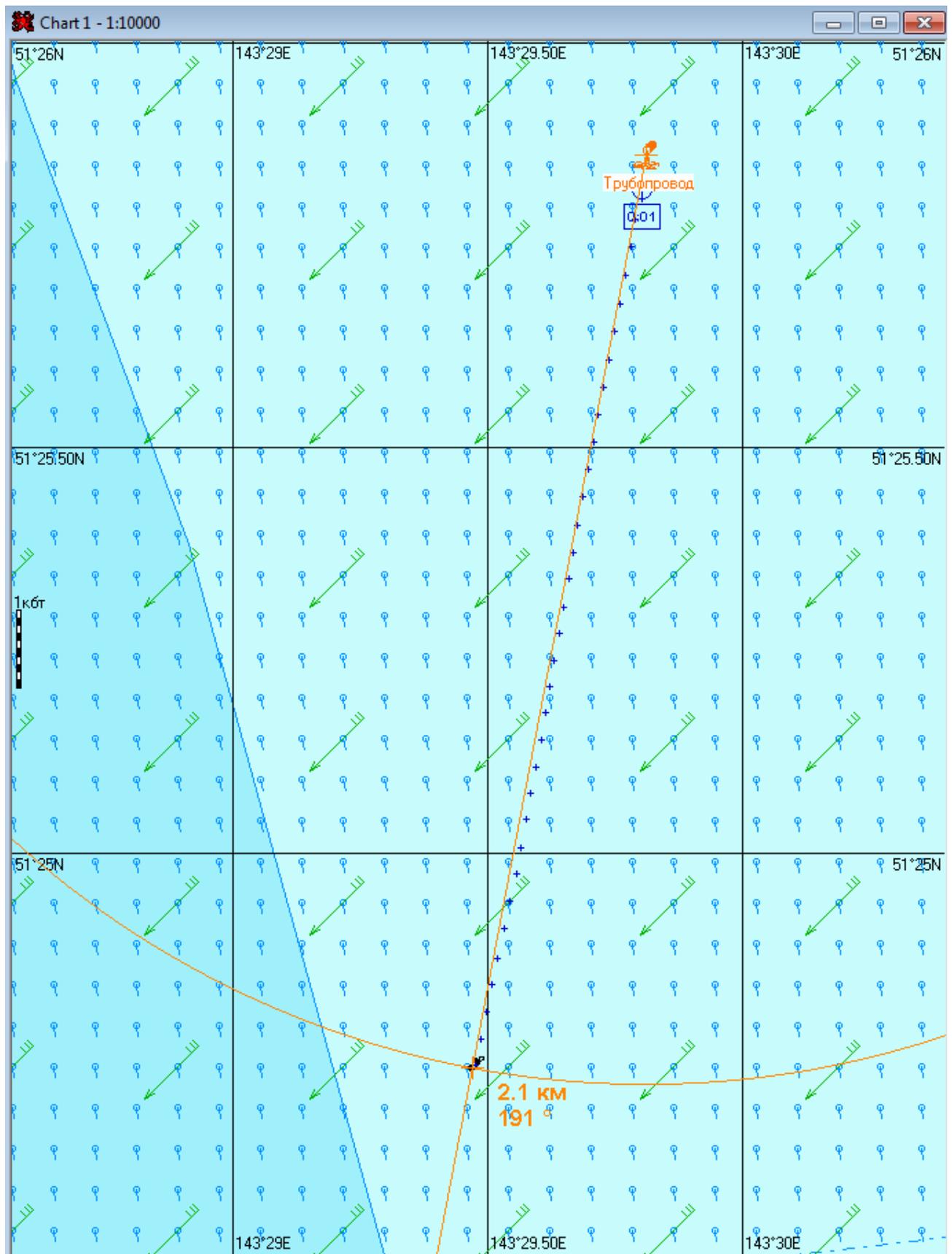


Рис. 3В.1.2. – Карта ЧС(Н) на 33 минуты с момента разлива (расстояние от источника разлива до дальней кромки) (полное рассеивание)

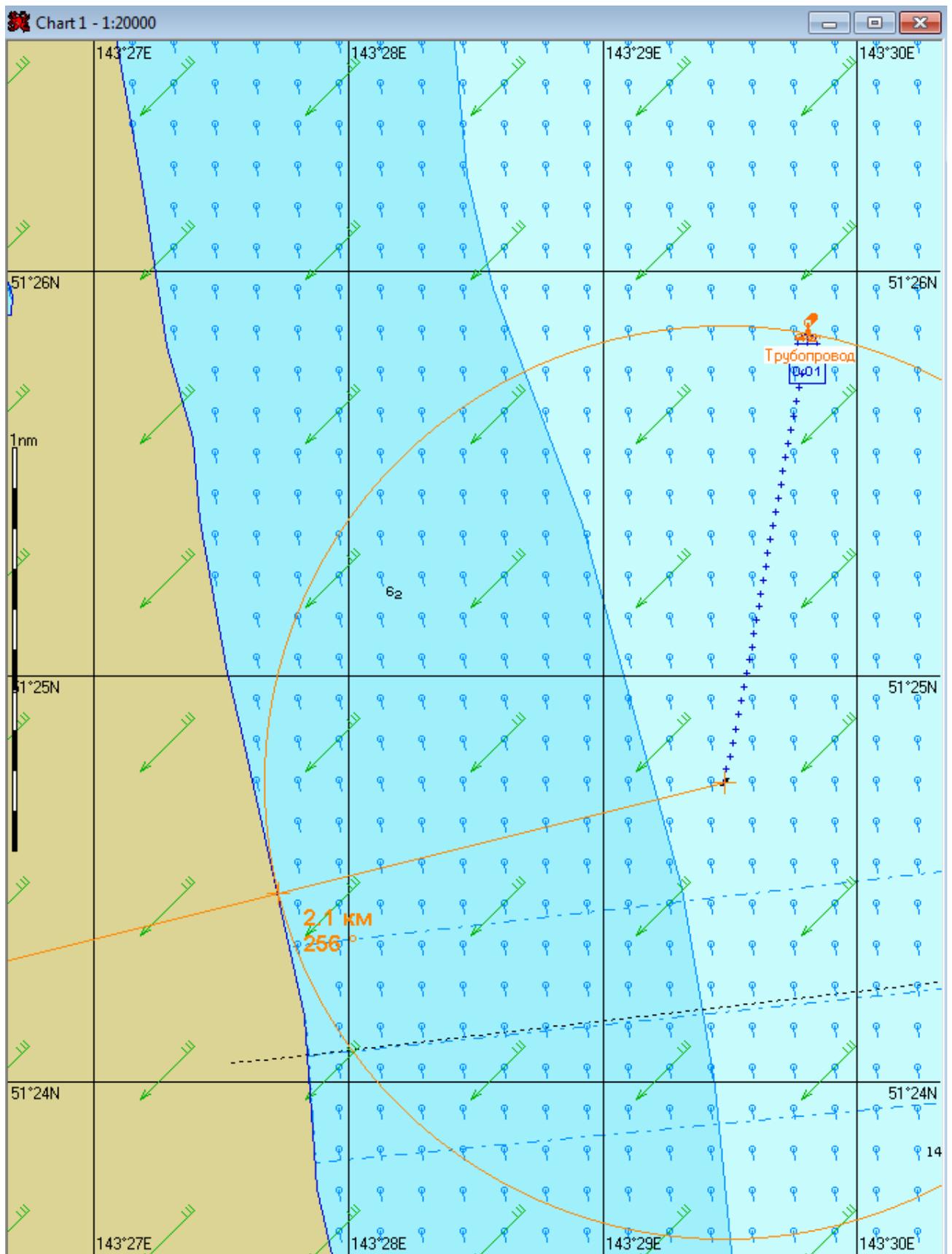


Рис. 3В.1.3. – Карта ЧС(Н) на 33 минуты с момента разлива (расстояние от нефтяного пятна до береговой черты) (полное рассеивание)

**2.1.10 Сценарий 4А**

Разлив нефти распространяется на запад. Направление ветра юго-восточное. Сила ветра 30 м/с.

Таблица 4А.1 – Сценарий ЧС(Н)

№	Свойства разлива	Полное рассеивание на 2 минуты
1	Дислокация пятна (широта, долгота)	51°25.860N 143°29.750E
2	Длина пятна, м	22
3	Ширина пятна, м	11
4	Площадь пятна, м <sup>2</sup>	139
5	Количество конденсата на плаву, т	0,01
6	Количество испарившегося конденсата, т	0,0
7	Количество диспергированного конденсата, т	0,9
8	Количество эмульсии на плаву, т	0,01
9	Максимальная толщина пятна, мм	0,5
10	Расстояние между источником разлива и пятном, м; пеленг, град.	78 268
11	Количество конденсата на берегу, т	-
12	Длина загрязненной части берега, м	-

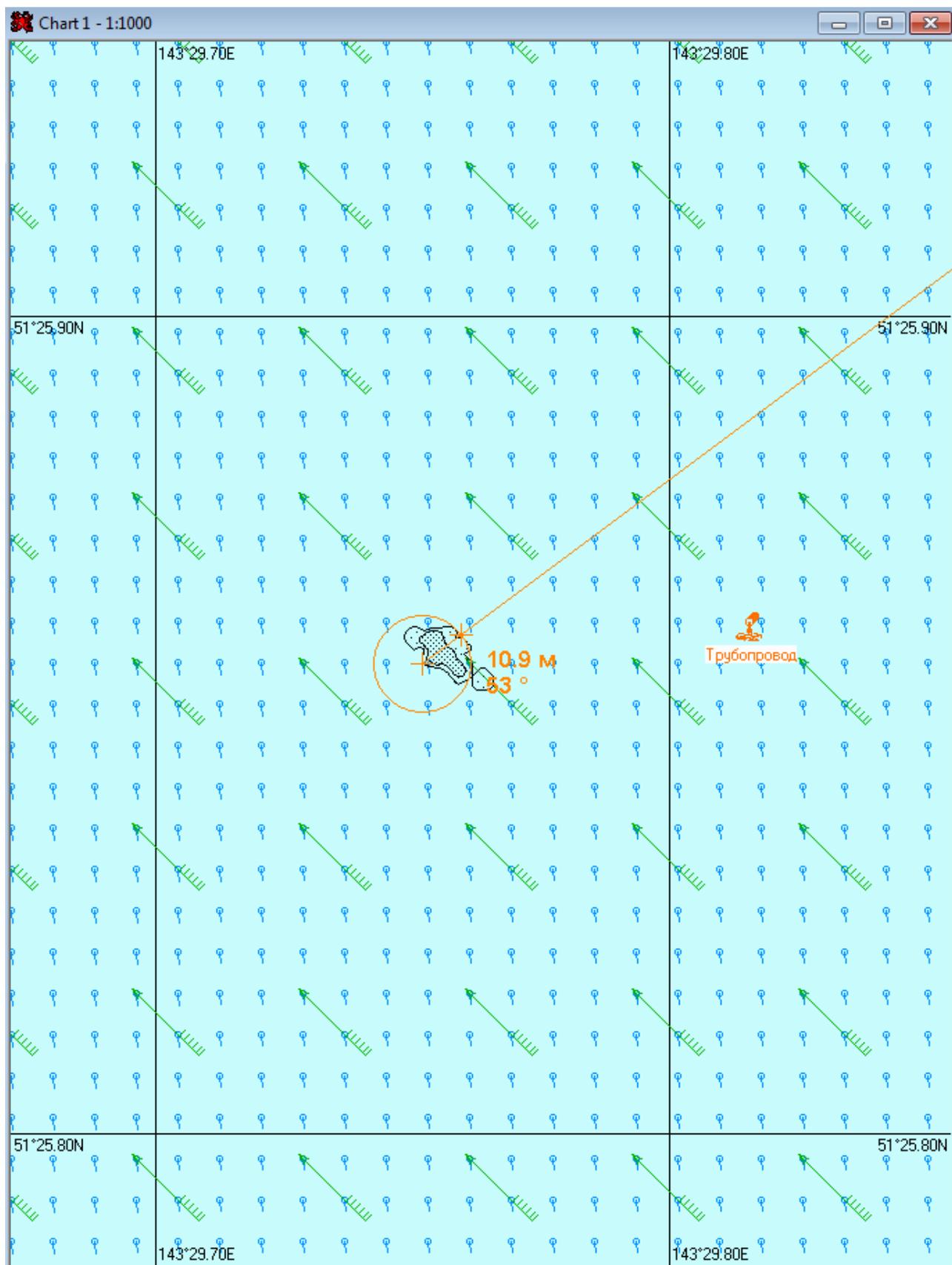


Рис. 4А.1.1. – Карта ЧС(Н) на 2 минуты с момента разлива (конфигурация нефтяного пятна) (полное рассеивание)

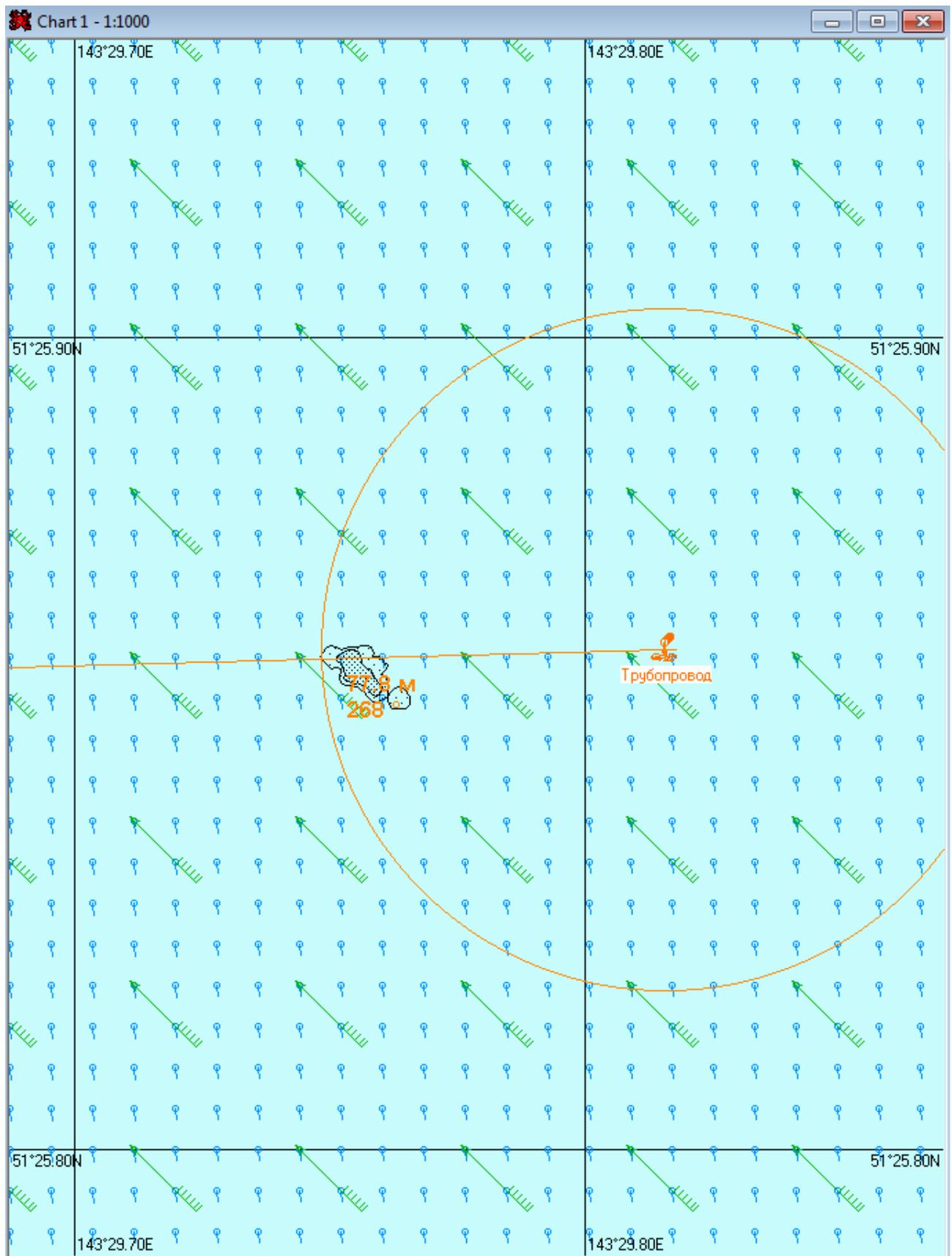


Рис. 4А.1.2. – Карта ЧС(Н) на 2 минуты с момента разлива (расстояние от источника разлива до дальней кромки) (полное рассеивание)

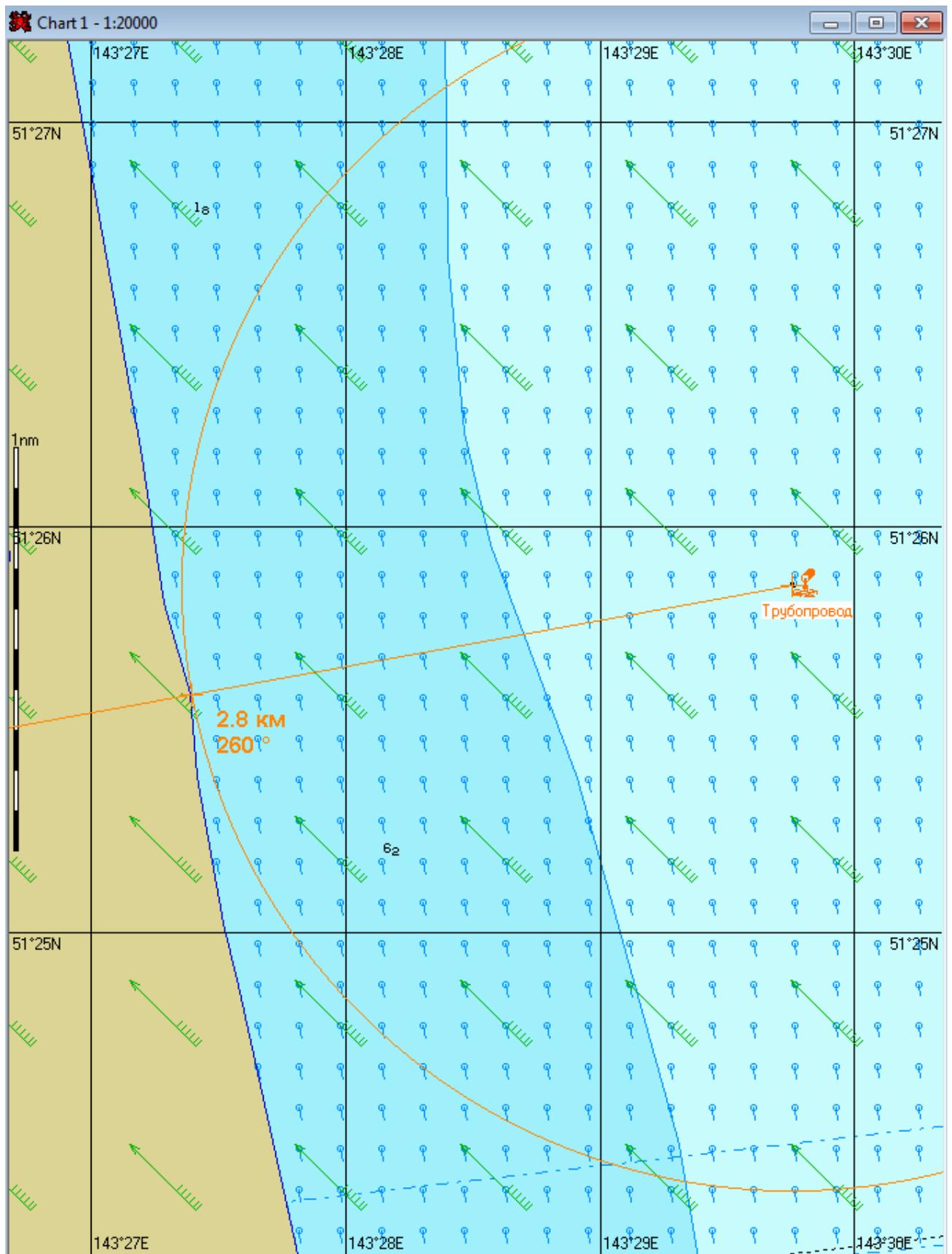


Рис. 4А.1.3. – Карта ЧС(Н) на 2 минуты с момента разлива (расстояние от нефтяного пятна до береговой черты) (полное рассеивание)

**2.11 Сценарий 4Б**

Разлив нефти распространяется на юго-запад. Направление ветра восточное. Сила ветра 30 м/с.

Таблица 4Б.1 – Сценарий ЧС(Н)

№	Свойства разлива	Полное рассеивание на 2 минуты
1	Дислокация пятна (широта, долгота)	51°25.815N 143°29.715E
2	Длина пятна, м	16
3	Ширина пятна, м	7
4	Площадь пятна, м <sup>2</sup>	73
5	Количество конденсата на плаву, т	0,01
6	Количество испарившегося конденсата, т	0,0
7	Количество диспергированного конденсата, т	0,9
8	Количество эмульсии на плаву, т	0,01
9	Максимальная толщина пятна, мм	0,1
10	Расстояние между источником разлива и пятном, м; пеленг, град.	145 233
11	Количество конденсата на берегу, т	-
12	Длина загрязненной части берега, м	-

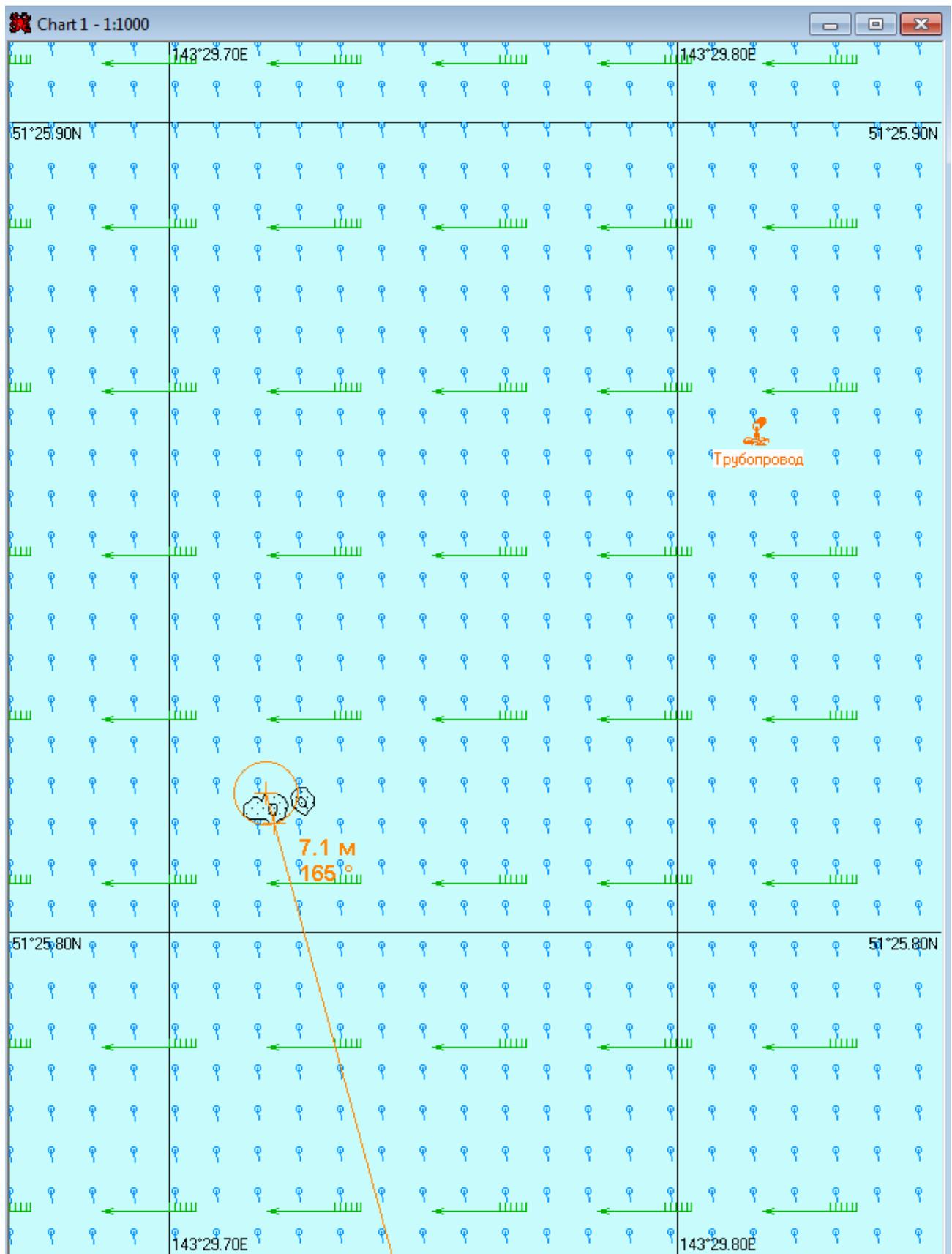


Рис. 4Б.1.1. – Карта ЧС(Н) на 2 минуты с момента разлива (конфигурация нефтяного пятна) (полное рассеивание)

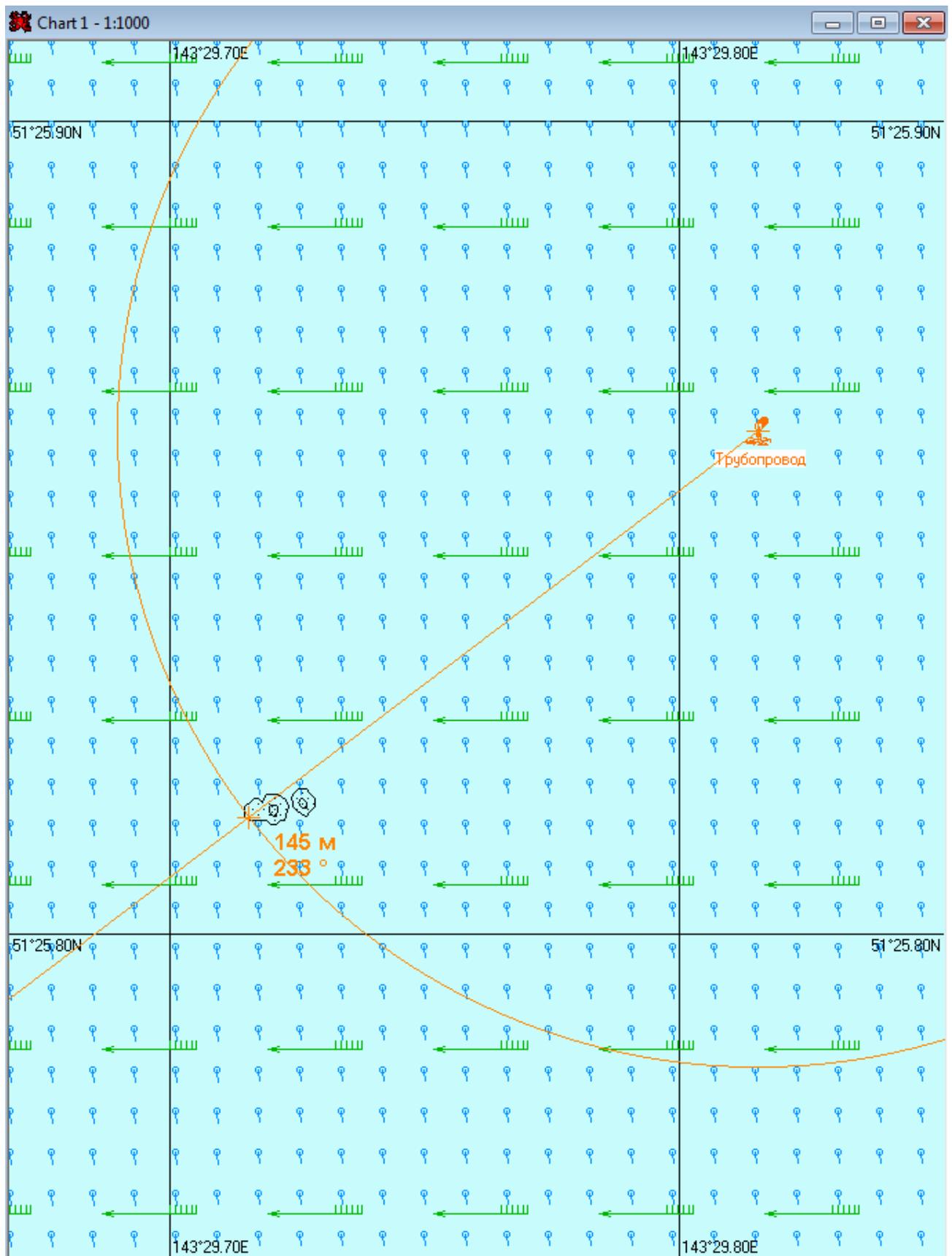


Рис. 4Б.1.2. – Карта ЧС(Н) на 2 минуты с момента разлива (расстояние от источника разлива до дальней кромки) (полное рассеивание)

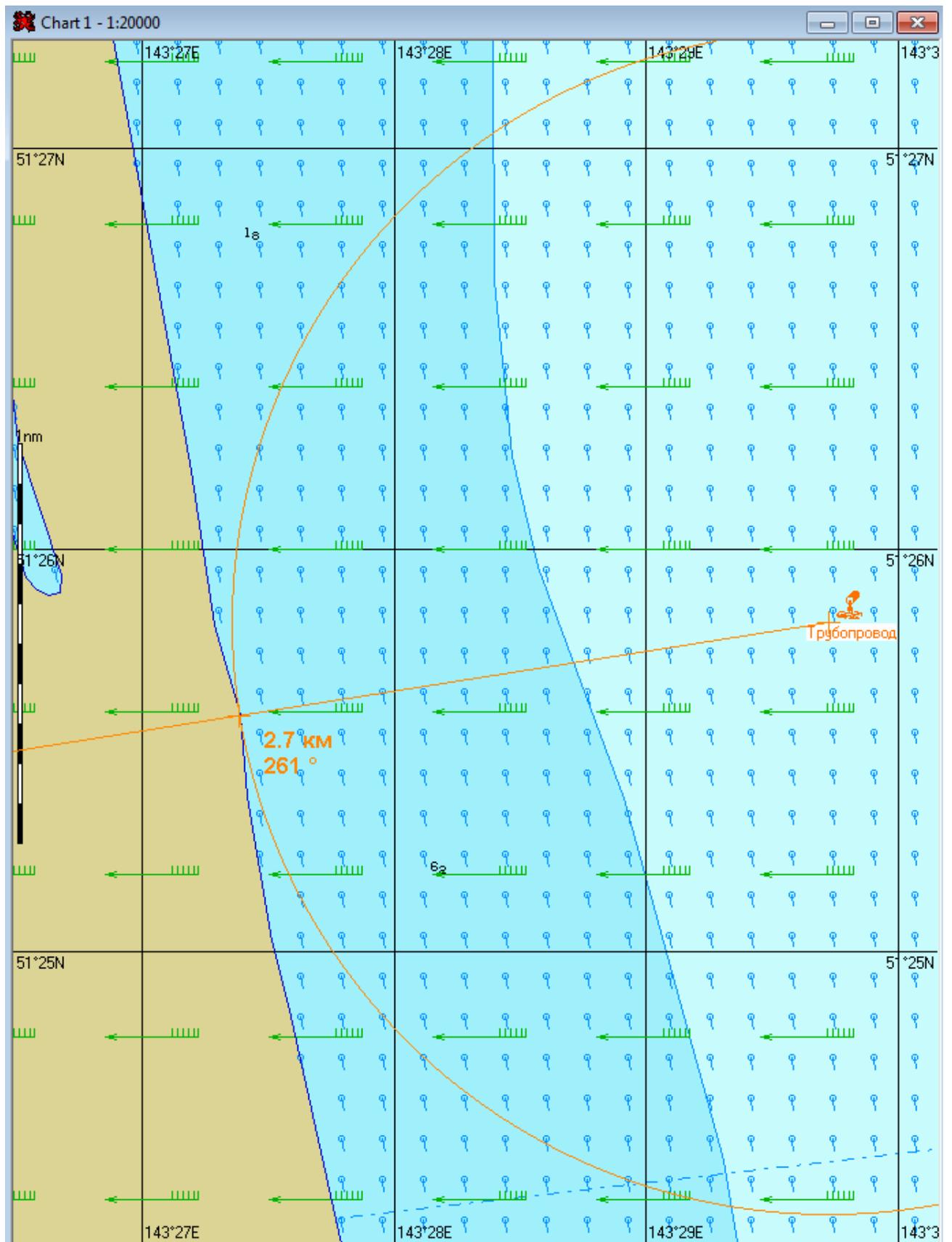


Рис. 4Б.1.3. – Карта ЧС(Н) на 2 минуты с момента разлива (расстояние от нефтяного пятна до береговой черты) (полное рассеивание)

**2.12 Сценарий 4В**

Разлив нефти распространяется на юго-запад. Направление ветра северо-восточное. Сила ветра 30 м/с.

Таблица 4В.1 – Сценарий ЧС(Н)

№	Свойства разлива	Полное рассеивание на 2 минуты
1	Дислокация пятна (широта, долгота)	51°25.770N 143°29.760E
2	Длина пятна, м	14
3	Ширина пятна, м	12
4	Площадь пятна, м <sup>2</sup>	135
5	Количество конденсата на плаву, т	0,01
6	Количество испарившегося конденсата, т	0,0
7	Количество диспергированного конденсата, т	0,9
8	Количество эмульсии на плаву, т	0,01
9	Максимальная толщина пятна, мм	0,9
10	Расстояние между источником разлива и пятном, м; пеленг, град.	189 200
11	Количество конденсата на берегу, т	-
12	Длина загрязненной части берега, м	-

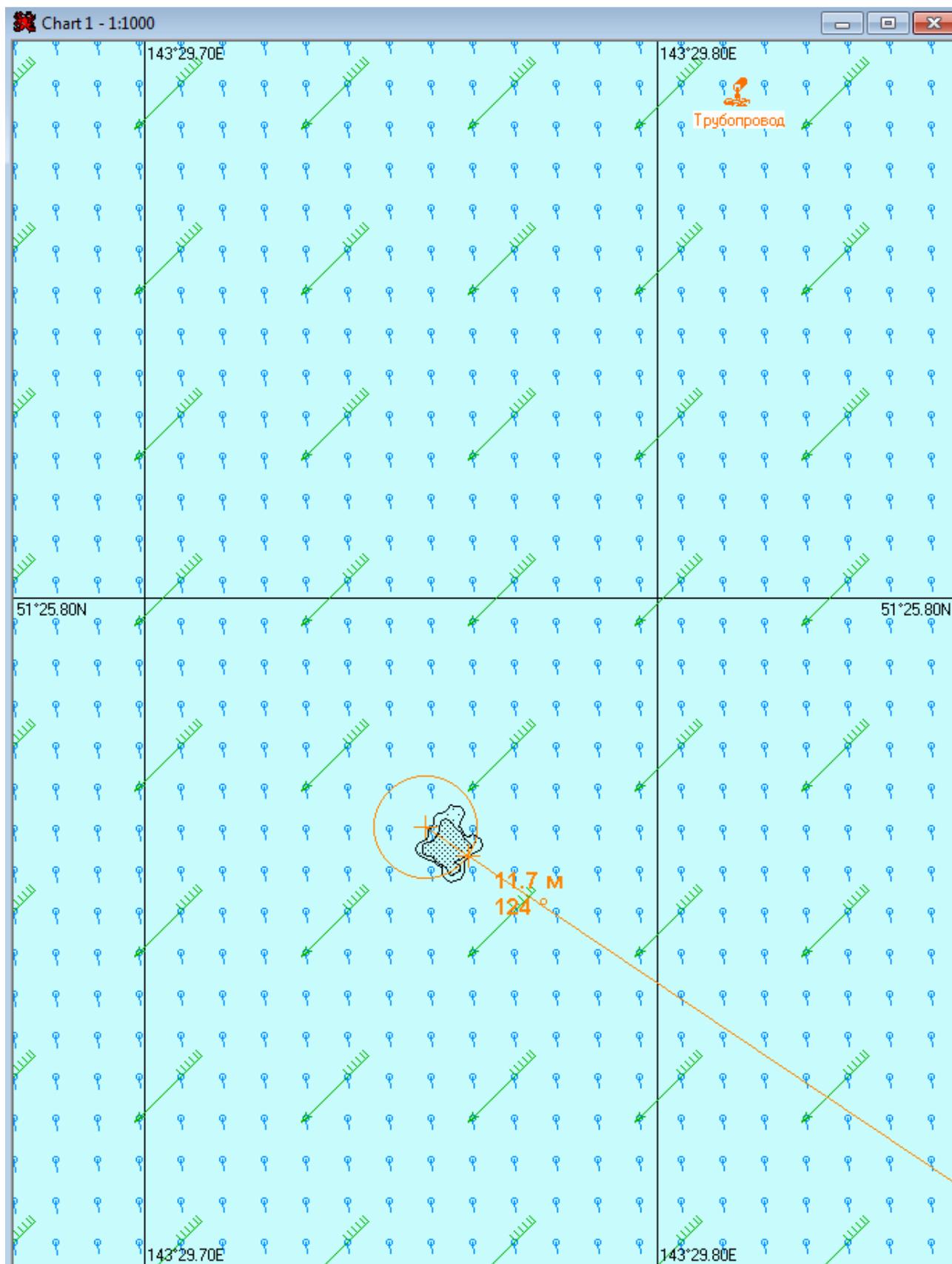


Рис. 4В.1.1. – Карта ЧС(Н) на 2 минуты с момента разлива (конфигурация нефтяного пятна) (полное рассеивание)

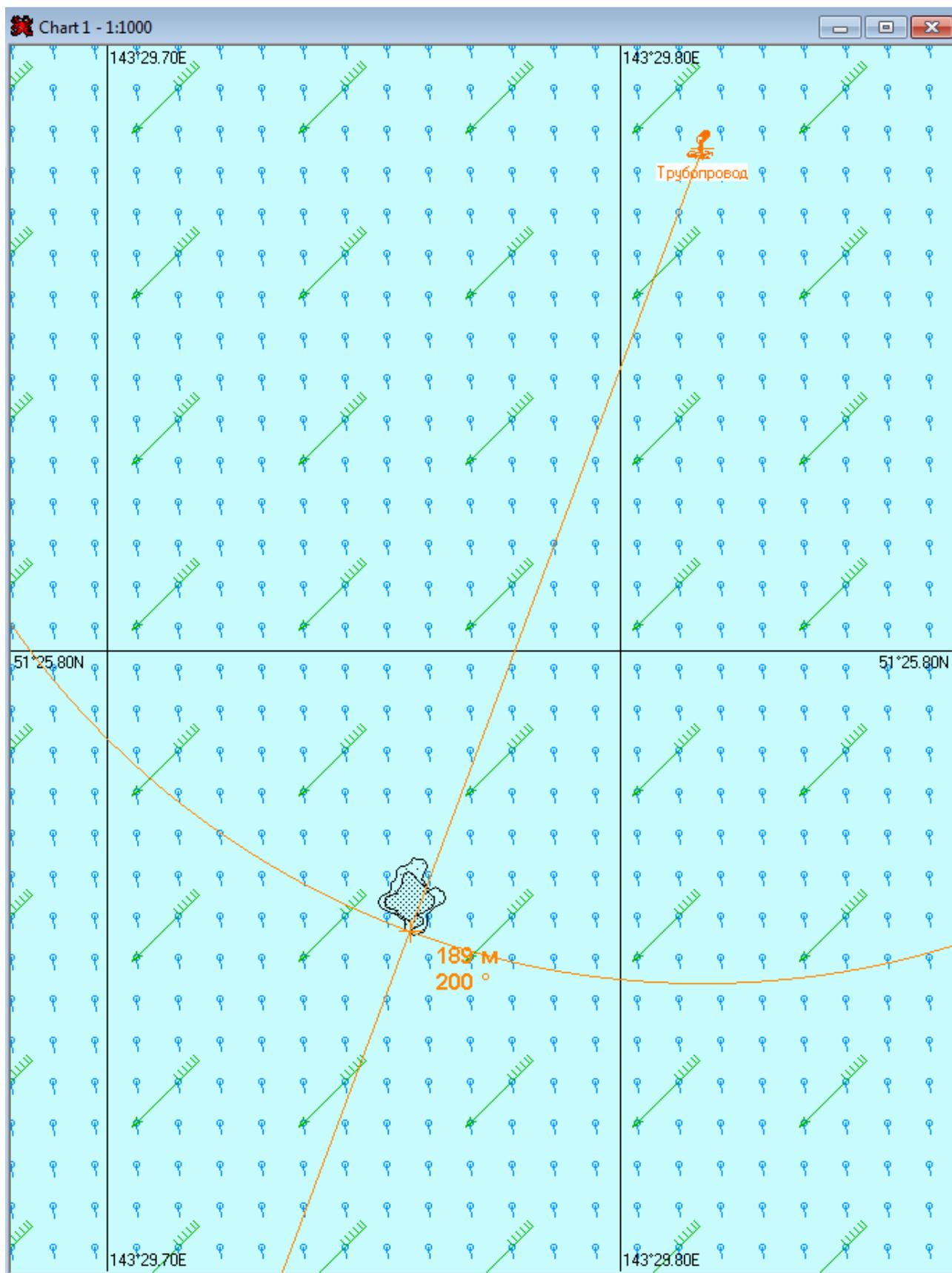


Рис. 4В.1.2. – Карта ЧС(Н) на 2 минуты с момента разлива (расстояние от источника разлива до дальней кромки) (полное рассеивание)

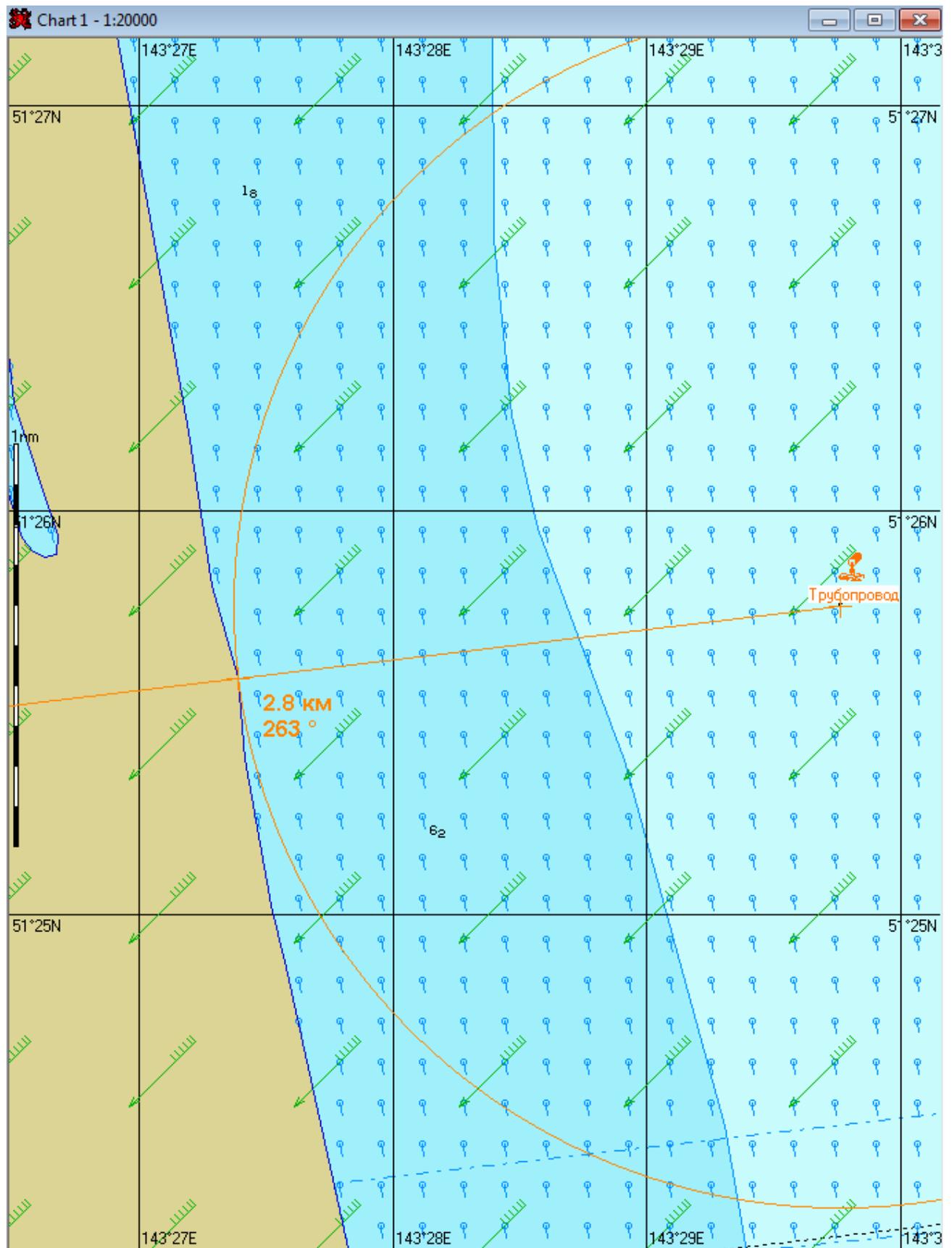


Рис. 4В.1.3. – Карта ЧС(Н) на 2 минуты с момента разлива (расстояние от нефтяного пятна до береговой черты) (полное рассеивание)

**2.13 Сценарий 5А**

Разлив нефти распространяется на запад. Направление ветра юго-восточное. Сила ветра 35 м/с.

Таблица 5А.1 – Сценарий ЧС(Н)

№	Свойства разлива	Полное рассеивание на 1 минуту
1	Дислокация пятна (широта, долгота)	51°25.865N 143°29.775E
2	Длина пятна, м	21
3	Ширина пятна, м	13
4	Площадь пятна, м <sup>2</sup>	138
5	Количество конденсата на плаву, т	0,01
6	Количество испарившегося конденсата, т	0,0
7	Количество диспергированного конденсата, т	0,9
8	Количество эмульсии на плаву, т	0,01
9	Максимальная толщина пятна, мм	0,3
10	Расстояние между источником разлива и пятном, м; пеленг, град.	50 282
11	Количество конденсата на берегу, т	-
12	Длина загрязненной части берега, м	-

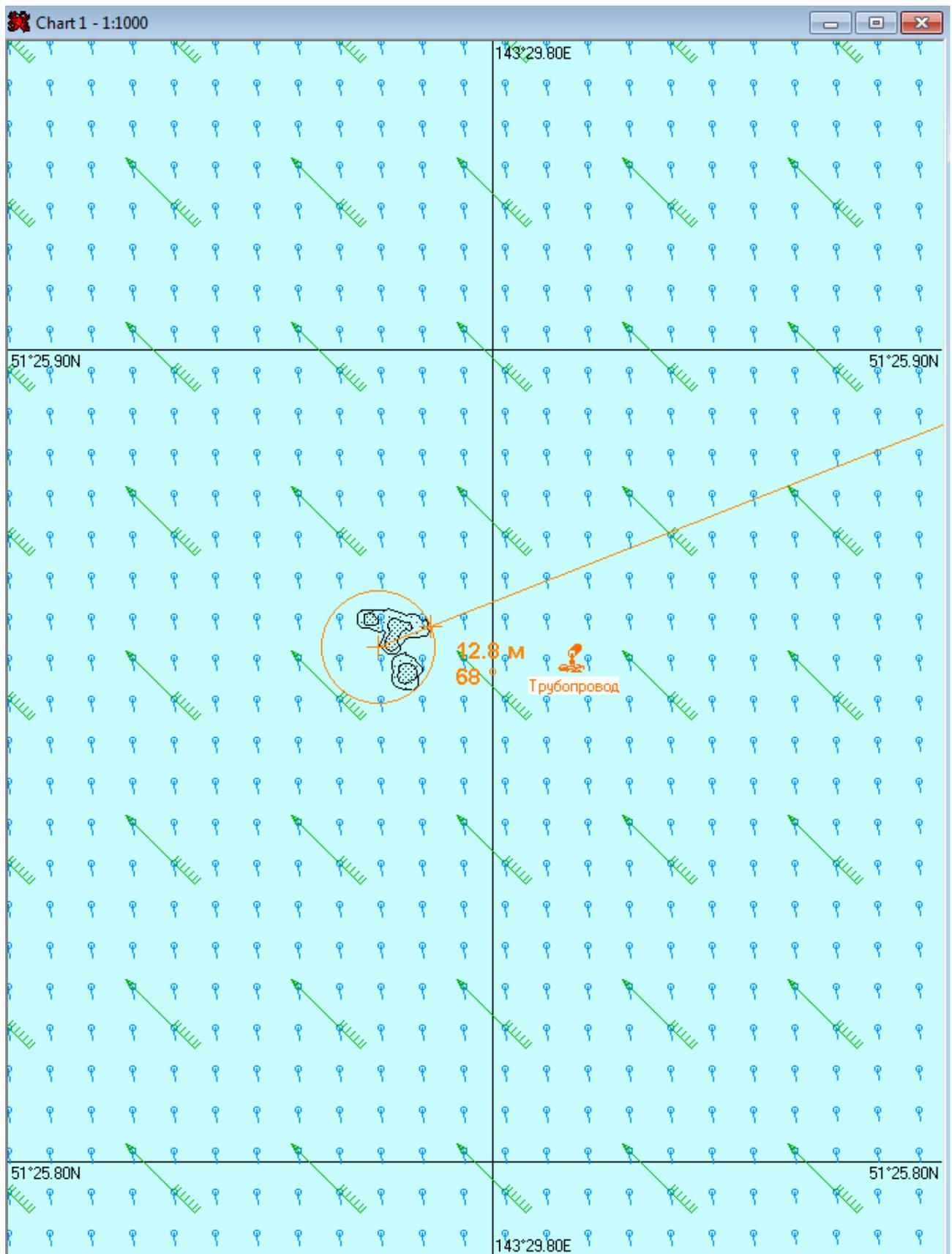


Рис. 5А.1.1. – Карта ЧС(Н) на 1 минуту с момента разлива (конфигурация нефтяного пятна) (полное рассеивание)

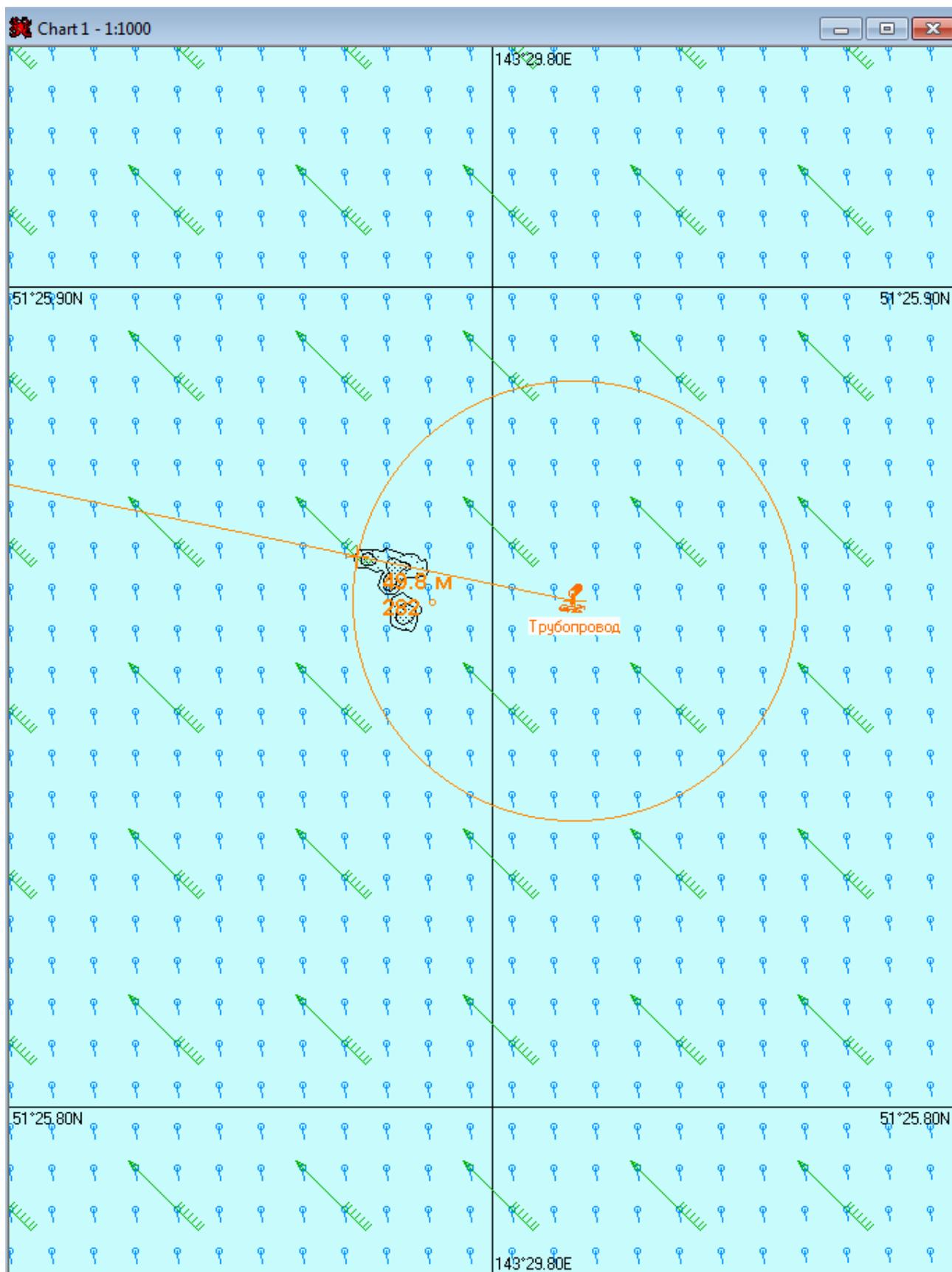


Рис. 5А.1.2. – Карта ЧС(Н) на 1 минуту с момента разлива (расстояние от источника разлива до дальней кромки) (полное рассеивание)

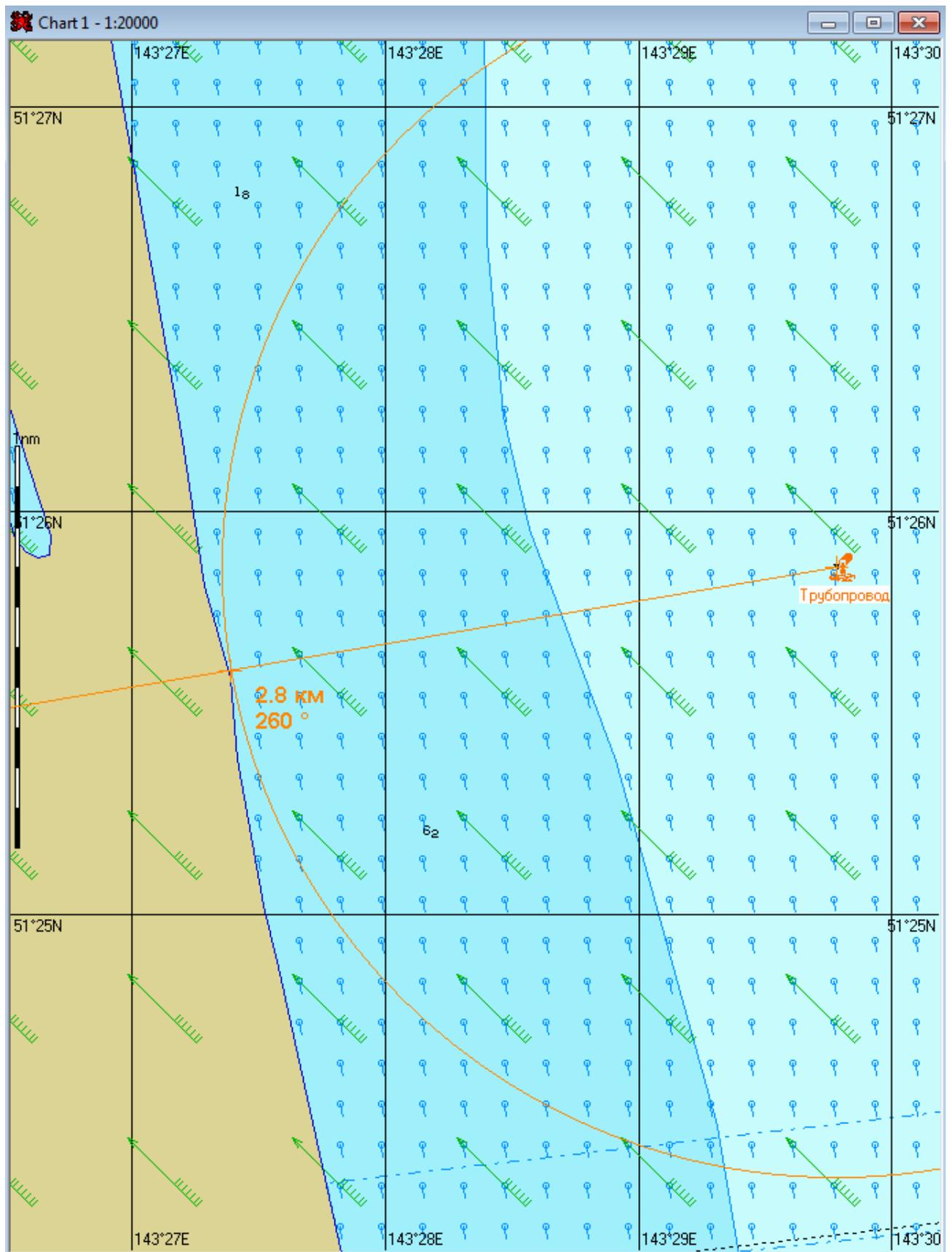


Рис. 5А.1.3. – Карта ЧС(Н) на 1 минуту с момента разлива (расстояние от нефтяного пятна до береговой черты) (полное рассеивание)

**2.14 Сценарий 5Б**

Разлив нефти распространяется на юго-запад. Направление ветра восточное. Сила ветра 35 м/с.

Таблица 5Б.1 – Сценарий ЧС(Н)

№	Свойства разлива	Полное рассеивание на 1 минуту
1	Дислокация пятна (широта, долгота)	51°25.835N 143°29.760E
2	Длина пятна, м	18
3	Ширина пятна, м	10
4	Площадь пятна, м <sup>2</sup>	135
5	Количество конденсата на плаву, т	0,01
6	Количество испарившегося конденсата, т	0,0
7	Количество диспергированного конденсата, т	0,9
8	Количество эмульсии на плаву, т	0,01
9	Максимальная толщина пятна, мм	0,3
10	Расстояние между источником разлива и пятном, м; пеленг, град.	83 233
11	Количество конденсата на берегу, т	-
12	Длина загрязненной части берега, м	-

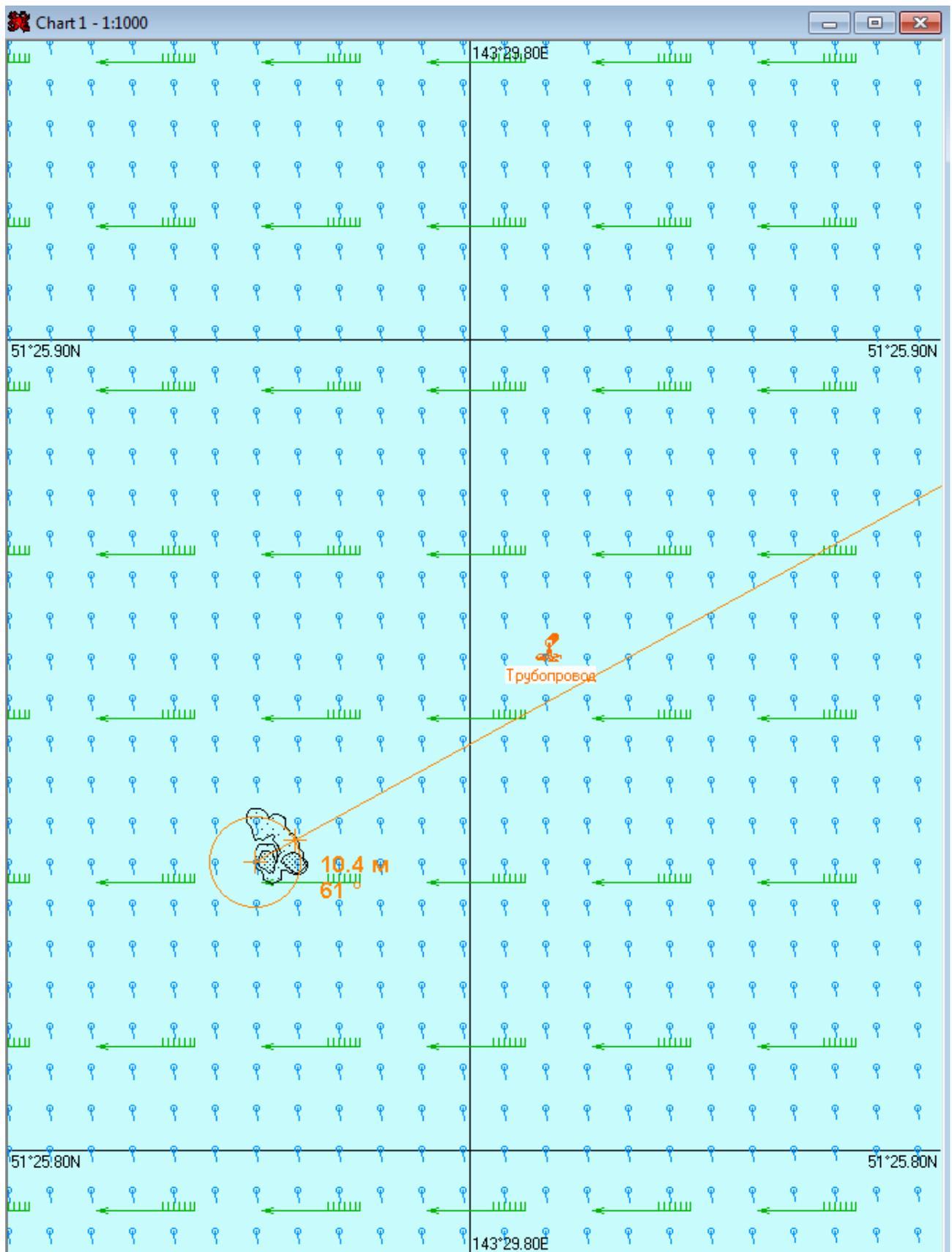


Рис. 5Б.1.1. – Карта ЧС(Н) на 1 минуту с момента разлива (конфигурация нефтяного пятна) (полное рассеивание)

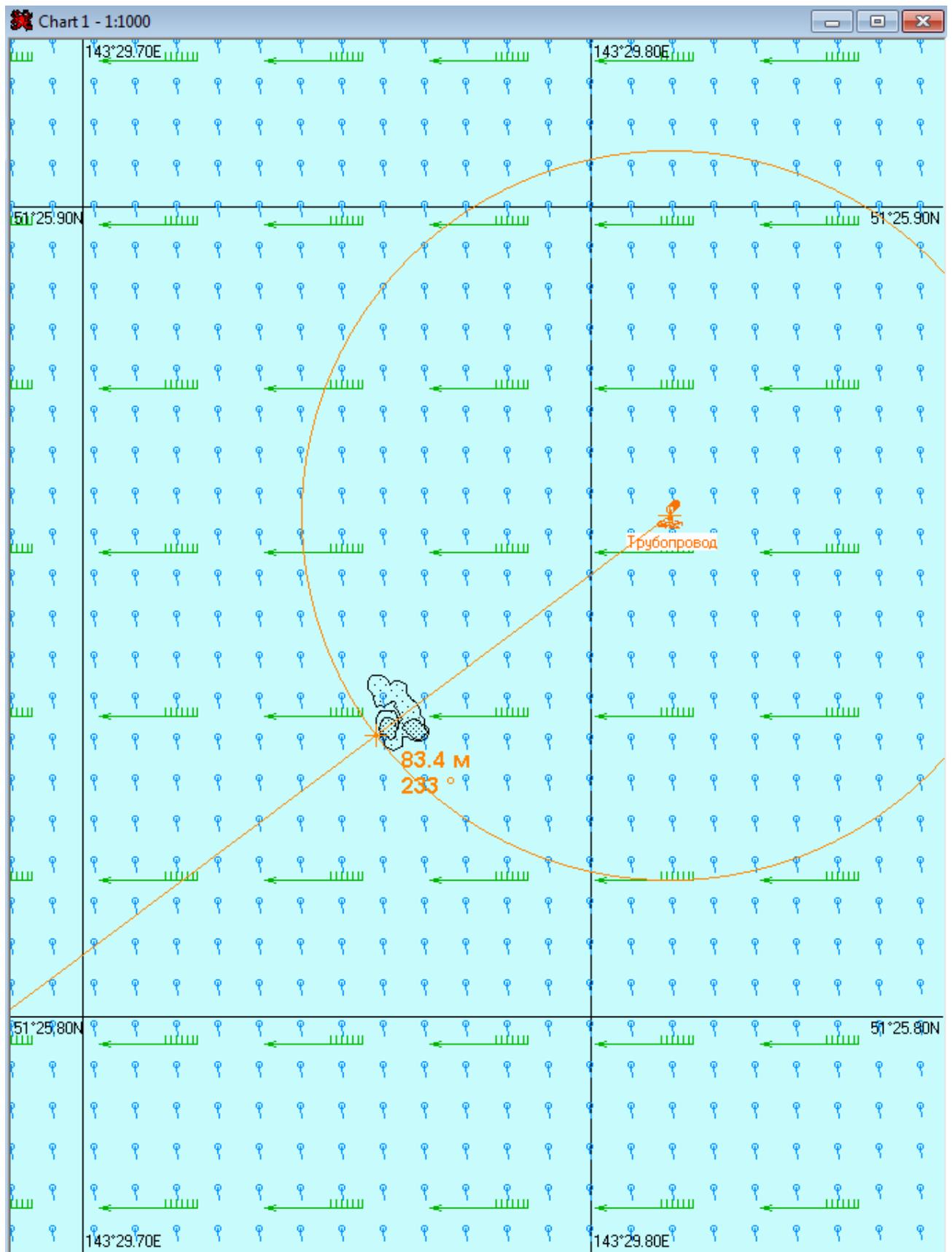


Рис. 5Б.1.2. – Карта ЧС(Н) на 1 минуту с момента разлива (расстояние от источника разлива до дальней кромки) (полное рассеивание)

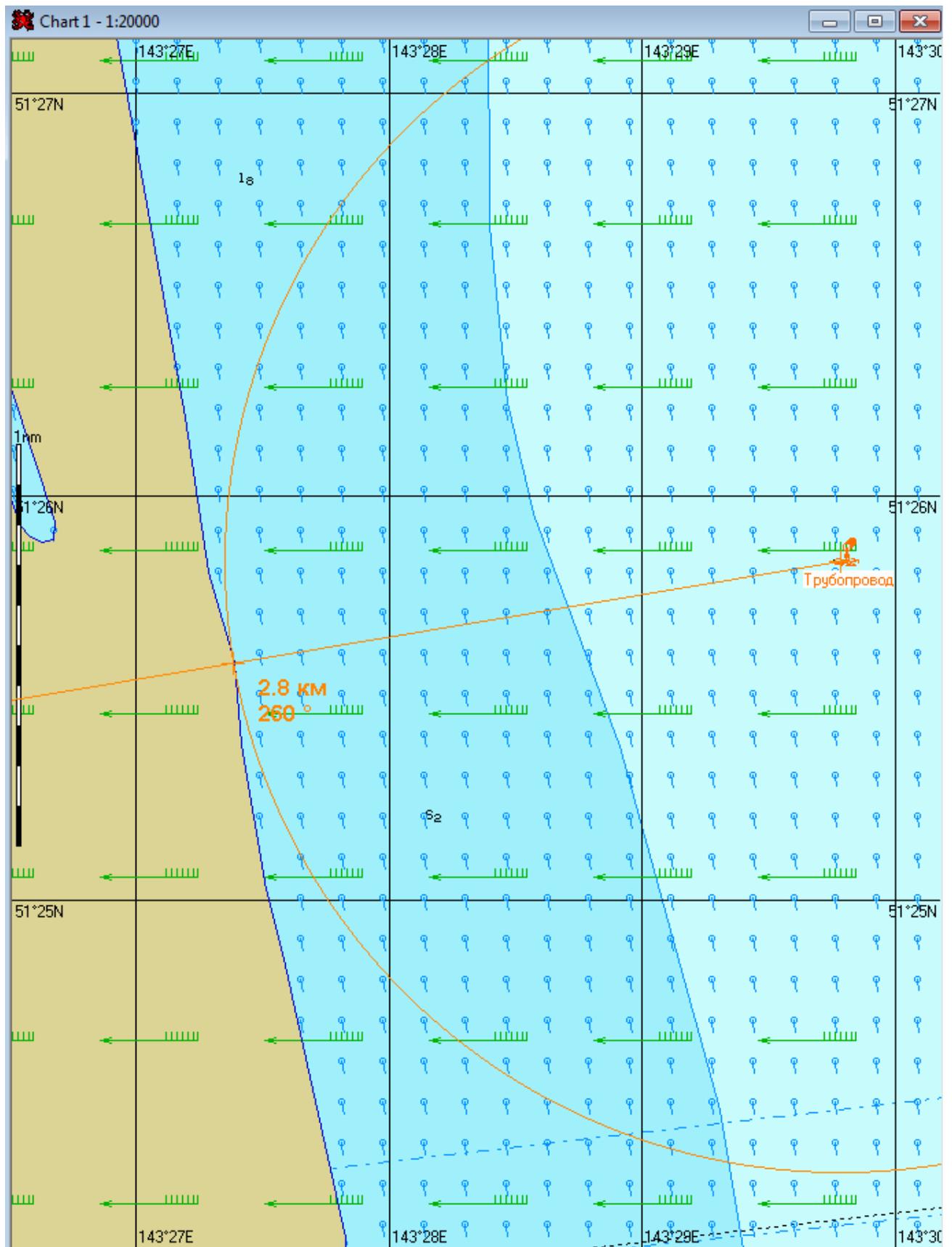


Рис. 5Б.1.3. – Карта ЧС(Н) на 1 минуту с момента разлива (расстояние от нефтяного пятна до береговой черты) (полное рассеивание)

**2.15 Сценарий 5В**

Разлив нефти распространяется на юго-запад. Направление ветра северо-восточное. Сила ветра 35 м/с.

Таблица 5В.1 – Сценарий ЧС(Н)

№	Свойства разлива	Полное рассеивание на 1 минуту
1	Дислокация пятна (широта, долгота)	51°25.805N 143°29.775E
2	Длина пятна, м	25
3	Ширина пятна, м	14
4	Площадь пятна, м <sup>2</sup>	185
5	Количество конденсата на плаву, т	0,01
6	Количество испарившегося конденсата, т	0,0
7	Количество диспергированного конденсата, т	0,9
8	Количество эмульсии на плаву, т	0,01
9	Максимальная толщина пятна, мм	0,2
10	Расстояние между источником разлива и пятном, м; пеленг, град.	116 205
11	Количество конденсата на берегу, т	-
12	Длина загрязненной части берега, м	-

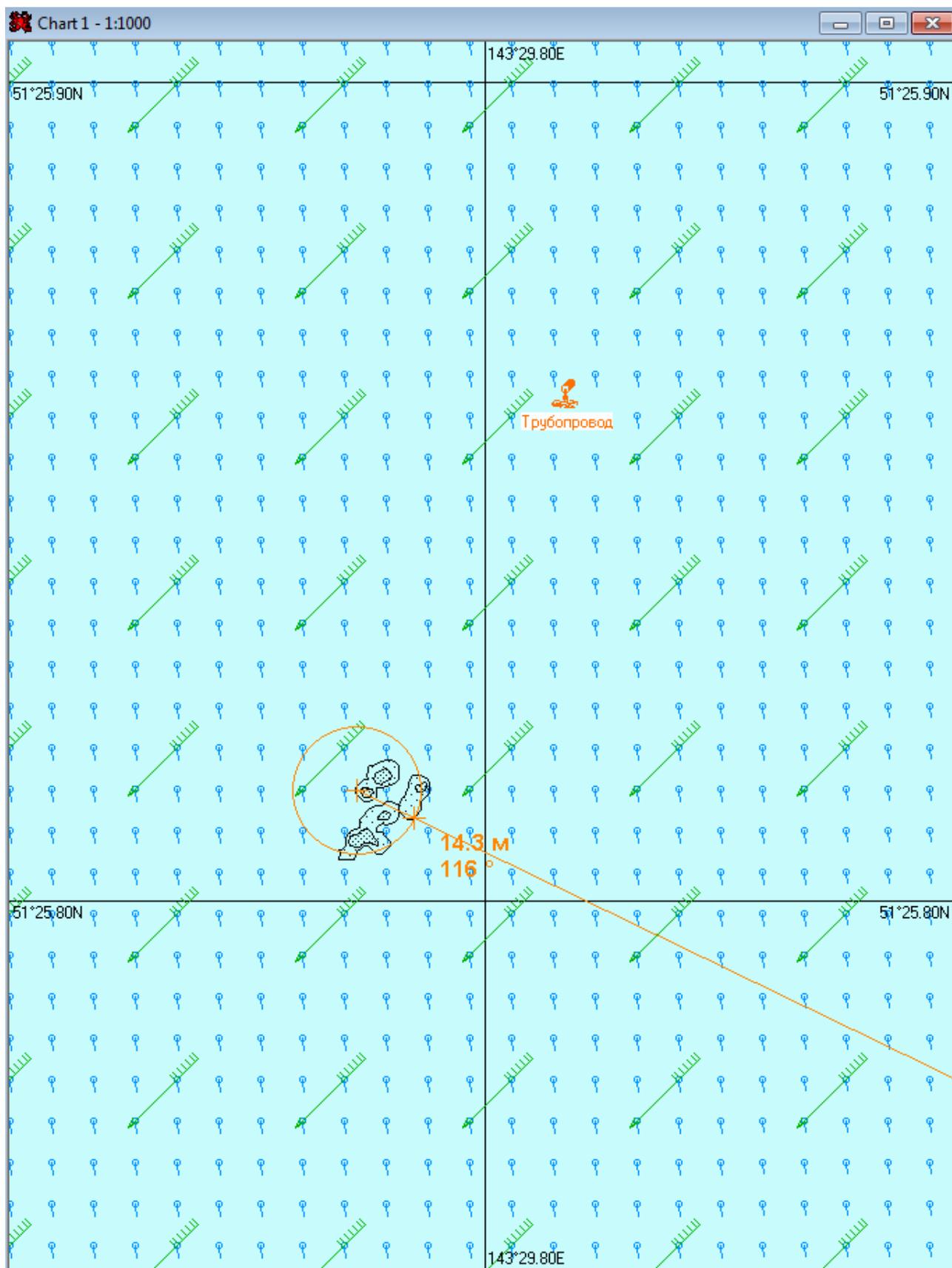


Рис. 5В.1.1. – Карта ЧС(Н) на 1 минуту с момента разлива (конфигурация нефтяного пятна) (полное рассеивание)

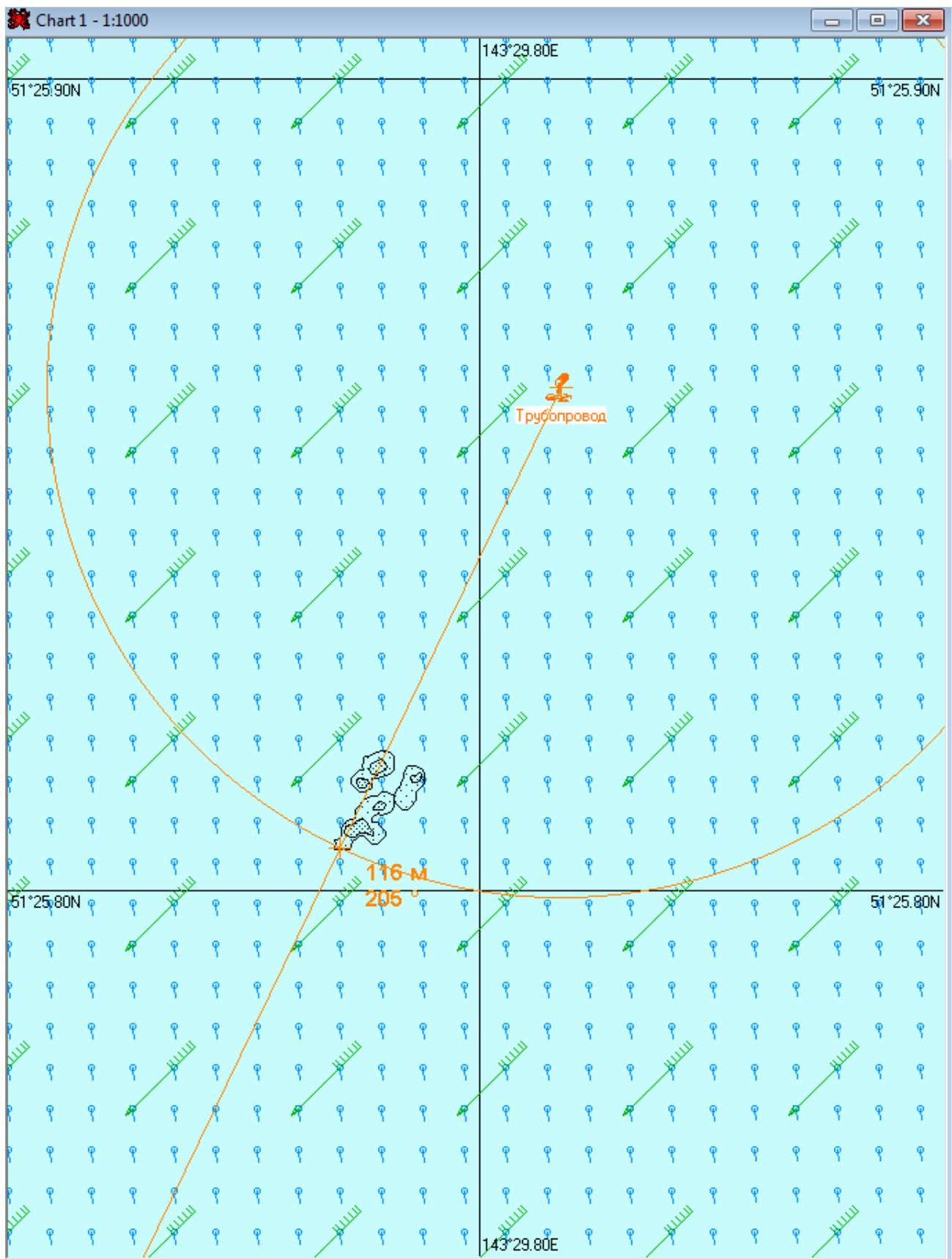


Рис. 5В.1.2. – Карта ЧС(Н) на 1 минуту с момента разлива (расстояние от источника разлива до дальней кромки) (полное рассеивание)

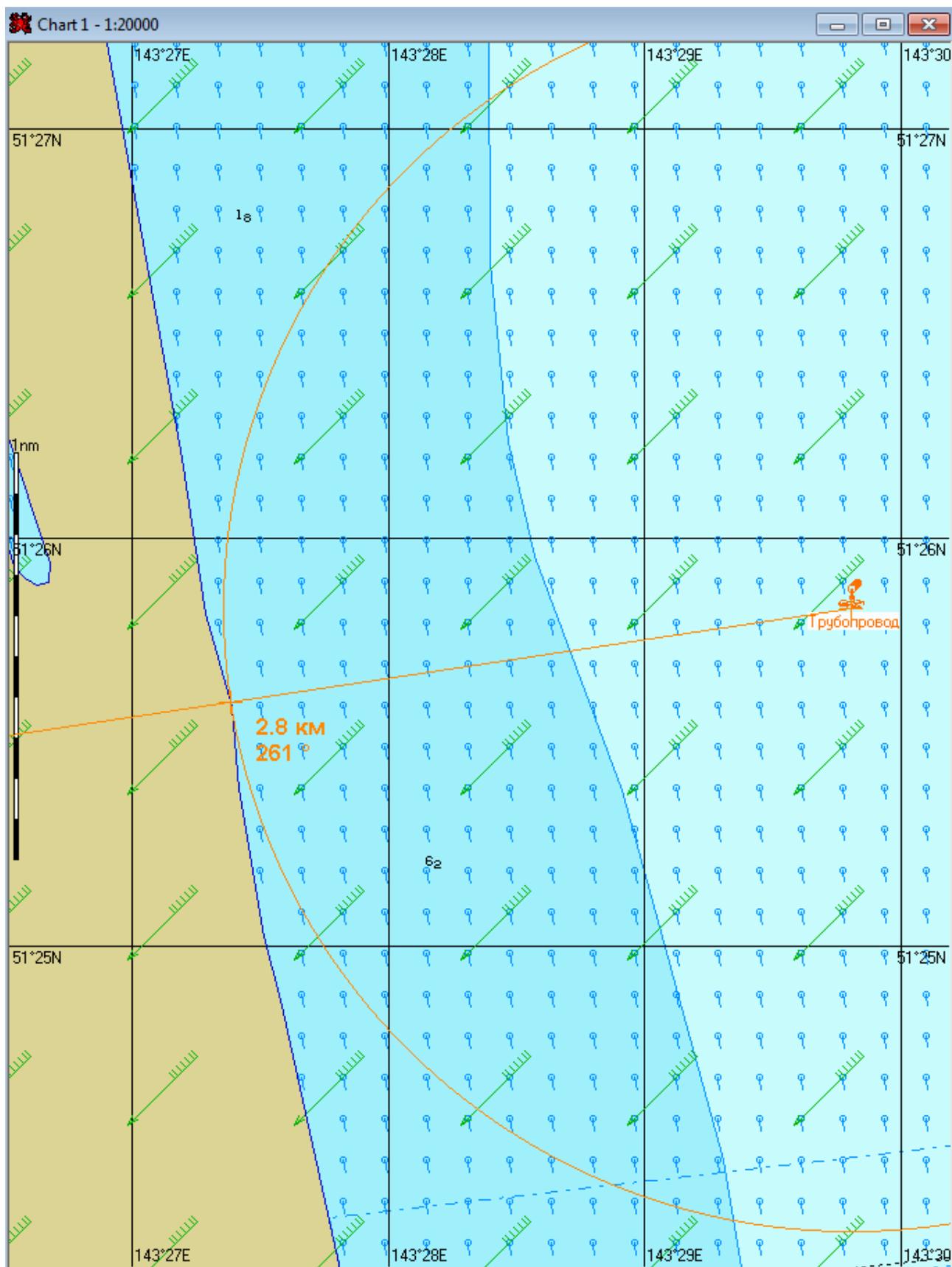


Рис. 5В.1.3. – Карта ЧС(Н) на 1 минуту с момента разлива (расстояние от нефтяного пятна до береговой черты) (полное рассеивание)

## ЛИТЕРАТУРА

- 1 Fay J.A. Physical processes in the spread of oil on a water surface. *Proc. On Prevention and Control of Oil Spill*, American Petroleum Institute: Washington, DC, pp.463-467, 1971.
- 2 NOAA (2000) - *ADIOSM (Automated Data Inquiry for Oil Spills) version 2.0*. Seattle: Hazardous Materials Response and Assessment Division, NOAA. Prepared for the U.S. Coast Guard Research and Development Center, Groton Connecticut.
- 3 Oil Spill Modelling and Processes. Edited by C.A. Brebbia. WIT Press 2001.
- 4 Tkalin A.V. Evaporation of petroleum hydrocarbons from films on a smooth sea surface. *Oceanology of the Academy of Sciences of the USSR*, 26, pp.473-474. 1986.
- 5 Stiver W., Mackay D. Evaporation rate of spills of hydrocarbons and petroleum mixtures. *Environ. Sci. & Tech.*, 18, pp.834-840, 1984.
- 6 Mackay O., I.A. Buisst, R. Marcarenhas, S. Paterson. Oil spill processes and models, Environment Canada Manuscript Report No. EE-8, Ottawa, Ontario, 1980.
- 7 Mooney M. The viscosity of a concentrated suspension of spherical particles, *J. Colloidal Science*, 10, 1951, pp.162-170.
- 8 Garo, J.P., Vantelon, J.P., Gandhi, S., Torero, J.L. "Some observation on the pre-boilover burning of a slick of oil on water", *Proceeding of the Nineteenth Arctic and Marine Oil Spill Program (AMOP) Technical Seminar*, pp.1611-1626, 1996.
- 9 Cormack D., Nicols T. The Natural and Chemical Dispersion of Oil in the Sea, Paper Presented at Workshop on Petroleum. Hydrocarbons in the Marine Environment. Sep., 1975.
- 10 IMCO/FAO/UNESCO/IAEA/LN Joint Group of Experts on the Scientific Aspects of Marine Pollution (GESAMP). Impact of Oil on the Marine Environment. Rep. Stud. GESAMP, 1977 (6), 250 p.
- 11 Cormack D., Nichols Y.A., Lynch B. Investigation of Factors Affecting the fate of North Sea Oils Discharged at Sea. Part 1: Ekofisk Crude Oil, July 1975. February 1978. Warren Spring Laboratory, Department of Industry.