

УТВЕРЖДАЮ

**Генеральный директор
ООО «Трансбункер-Ванино»**


_____ **А.Н. Ланцев**
« » _____ **2023 г.**



ТЕХНИЧЕСКИЙ ОТЧЕТ

**«ОЦЕНКА ВЕРОЯТНОСТИ ЗАГРЯЗНЕНИЯ БЕРЕГОВОЙ
ПОЛОСЫ И ГРАФИЧЕСКОЕ ОТОБРАЖЕНИЕ
РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ВЕРОЯТНОСТИ НА СИТУАЦИОННОМ
ПЛАНЕ»**

ПЛРНЗ

ТОМ 3

2023

**Общество с ограниченной ответственностью
«ПромЭкопроект»**

Заказчик – ООО «Институт проектирования, экологии и гигиены»

Генеральный Заказчик — ООО «Трансбункер-Ванино»

ТЕХНИЧЕСКИЙ ОТЧЕТ

**«ОЦЕНКА ВЕРОЯТНОСТИ ЗАГРЯЗНЕНИЯ БЕРЕГОВОЙ ПОЛОСЫ
И ГРАФИЧЕСКОЕ ОТОБРАЖЕНИЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ
ВЕРОЯТНОСТИ НА СИТУАЦИОННОМ ПЛАНЕ»**

ПЛРНЗ

ТОМ 3

Директор ООО «ПромЭкопроект»

Н.А. Бородина





2023 год

СОДЕРЖАНИЕ ТОМА

Обозначение	Наименование	Примечание
ПЛРНЗ	Технический отчет «Оценка вероятности загрязнения береговой полосы и графическое отображение распределения вероятности на ситуационном плане»	

СПИСОК ИСПОЛНИТЕЛЕЙ

Должность	Подпись	Фамилия, инициалы
Главный инженер, канд. техн. наук		Бородин А.Н.
Начальник учебно-тренажерного центра экологической безопасности и мониторинга, профессор кафедры Охраны окружающей среды и производственной безопасности ФГБОУ ВО "Волжский государственный университет водного транспорта", д-р техн. наук		Пластинин А.Е.

ОГЛАВЛЕНИЕ

1 Оценка вероятности загрязнения береговой полосы и графическое отображение распределения вероятности на ситуационном плане	6
2 Расчет вероятности возникновения загрязнения нефтепродуктами береговой полосы от терминала по перевалке нефтепродуктов ООО «Трансбункер-Ванино»	8
Литература	34

1 Оценка вероятности загрязнения береговой полосы и графическое отображение распределения вероятности на ситуационном плане

Согласно теореме умножения вероятностей формула для расчета вероятности возникновения загрязнения береговой полосы нефтепродуктами при реализации сценария имеет вид [1-6]:

$$P_{\text{Загр. (сц.)}} = P_{\text{раз}} \cdot P_{\text{сцен.}}, \quad (2.1)$$

где $P_{\text{раз}}$ – вероятность возникновения разлива нефтепродукта;

$P_{\text{сцен.}}$ – вероятность реализации сценария загрязнения нефтепродуктом береговой полосы.

Для оценки вероятности разлива нефтепродукта при полной разгерметизации 2-х танков использован расчет частоты аварий на танкерах и плавучих нефтеналивных хранилищах (ПНХ) при швартовочных операциях, согласно которому частота аварий при полной разгерметизации 2-х танков составляет $1,52 \cdot 10^{-5}$ 1/год [1-6].

Для расчета вероятности реализации сценария при разливе нефтепродукта $P_{\text{сцен.}}$ было проведено имитационное моделирование.

Вероятность реализации сценария при разливе нефтепродуктов определялась в соответствии с теоремой умножения вероятностей совместного появления нескольких событий по формуле:

$$P_{\text{сцен.}} = \omega_{\text{ск}} \cdot \omega_{\text{нап}} \cdot k, \quad (2.2)$$

где $\omega_{\text{ск}}$ – максимальная годовая повторяемость скорости ветра принимаемая по таблице 2.1. Так как моделирование проводилось по 2-м скоростям ветра (6,5 м/с и 15 м/с), то повторяемость скорости ветра принималась, исходя из наихудших условий: для 6,5 м/с в диапазоне 0-7м/с и для 15м/с в диапазоне 7-25м/с.

Статистические данные по скоростям ветра за 11 лет (2008-2018гг.) сведены в таблицу 2.1:

Таблица 2.1.

Скорость ветра, м/с	0	1-2	3-4	5-6	7-8	9-10	11-12	>13	Σ
Повторяемость, %	17,8	52,3	18	6,2	3,3	1,3	0,6	0,5	100

Обработка статистических данных по скоростям ветра позволила определить повторяемость моделируемых скоростей ветра 0-6,5 м/с и 6,5-25 м/с. Результаты представлены в таблице 2.2.

Таблица 2.2.

Скорость ветра, м/с	6,5 (0-7)	15 (7-25)
Повторяемость, %	94,3	5,7

$\omega_{\text{нап}}$ – годовая повторяемость направления ветра принимаемая по таблице 2.3.

Статистические данные по повторяемости направления ветра за 10 лет (2005-2014гг.) сведены в таблицу 2.3:

Таблица 2.3.

Направление ветра, румб (град)	С (180)	СВ (225)	В (270)	ЮВ (315)	Ю (0)	ЮЗ (45)	З (90)	СЗ (135)
Повторяемость, %	10	14	7	4	10	23	14	18

k – коэффициент, который определяется из условия достижения нефтяным пятном береговой линии. Если разлив достиг берега, то $k = 1$, если не достиг, то $k = 0$.

Результаты расчета вероятности появления выброса, повторяемость скорости ветра и направления ветра, коэффициент достижения разливом нефтепродукта береговой полосы представлены в таблице 2.4.

**2 Расчет вероятности возникновения загрязнения нефтепродуктами
береговой полосы от терминала по перевалке нефтепродуктов
ООО «Трансбункер-Ванино»**

Результаты оценки вероятности возникновения загрязнения нефтепродуктом береговой полосы от терминала по перевалке нефтепродуктов ООО «Трансбункер-Ванино» представлены в таблице 2.4.

Таблица 2.4

Вероятность возникновения выброса, $P_{раз.}$ 1/год	Вероятность скорости ветра, $\omega_{ск}$	Вероятность направления ветра, $\omega_{нап}$	Коэффициент достижения разлива, k	Оценка вероятности загрязнения береговой полосы, $P_{загр. (сц.)} \cdot 10^{-7}$, 1/год
$1,52 \cdot 10^{-5}$	0,943 (0-7 м/с)	$10 \cdot 10^{-2}$ (Северный)	1	14,33
$1,52 \cdot 10^{-5}$	0,943 (0-7 м/с)	$14 \cdot 10^{-2}$ (Северо-восточный)	1	20,07
$1,52 \cdot 10^{-5}$	0,943 (0-7 м/с)	$7 \cdot 10^{-2}$ (Восточный)	1	10,03
$1,52 \cdot 10^{-5}$	0,943 (0-7 м/с)	$4 \cdot 10^{-2}$ (Юго-Восточный)	1	5,73
$1,52 \cdot 10^{-5}$	0,943 (0-7 м/с)	$10 \cdot 10^{-2}$ (Южный)	1	14,33
$1,52 \cdot 10^{-5}$	0,943 (0-7 м/с)	$23 \cdot 10^{-2}$ (Юго-западный)	1	32,97
$1,52 \cdot 10^{-5}$	0,943 (0-7 м/с)	$14 \cdot 10^{-2}$ (Западный)	1	20,07
$1,52 \cdot 10^{-5}$	0,943 (0-7 м/с)	$18 \cdot 10^{-2}$ (Северо-западный)	1	25,80
$1,52 \cdot 10^{-5}$	0,057 (7-25 м/с)	$10 \cdot 10^{-2}$ (Северный)	1	0,87
$1,52 \cdot 10^{-5}$	0,057 (7-25 м/с)	$14 \cdot 10^{-2}$ (Северо-восточный)	1	1,21
$1,52 \cdot 10^{-5}$	0,057 (7-25 м/с)	$7 \cdot 10^{-2}$ (Восточный)	1	0,61
$1,52 \cdot 10^{-5}$	0,057 (7-25 м/с)	$4 \cdot 10^{-2}$ (Юго-Восточный)	1	0,35
$1,52 \cdot 10^{-5}$	0,057 (7-25 м/с)	$10 \cdot 10^{-2}$ (Южный)	1	0,87
$1,52 \cdot 10^{-5}$	0,057 (7-25 м/с)	$23 \cdot 10^{-2}$ (Юго-западный)	1	1,99
$1,52 \cdot 10^{-5}$	0,057 (7-25 м/с)	$14 \cdot 10^{-2}$ (Западный)	1	1,21
$1,52 \cdot 10^{-5}$	0,057 (7-25 м/с)	$18 \cdot 10^{-2}$ (Северо-западный)	1	1,56

Суммарная вероятность возникновения загрязнения нефтепродуктом береговой полосы рассчитана по данным таблицы 2.4 в соответствии с теоремой сложения вероятностей составляет: $P_{\text{загр.}} = 1,52 \cdot 10^{-5}$ 1/год.

Для построения графического отображения распределения вероятности на ситуационном плане береговая полоса была разбита на участки. При этом для каждого участка оценивалась вероятность загрязнения за выбранное время по формуле:

$$P_i^{\text{уч}} = \sum_{j=1}^n P_j^{\text{конф}} \quad (2.3)$$






$P_i^{\text{уч}}$ - вероятность загрязнения i – го участка береговой полосы;

$P_j^{\text{конф}}$ - вероятность реализации j -ой конфигурации нефтяного пятна попавшей на i – ый участок береговой полосы (принимались равными $P_{\text{загр. (сц.)}}$, рассчитанными для каждого сценария по формуле (2.1) и приведенным в табл. 2.4);

n – количество конфигураций нефтяных пятен, попавших на i – ый участок береговой полосы за время t .

На рис. 2.1-2.24 приведены карты ЧС(Н), на которых отображено распределение вероятности загрязнения береговой полосы.

Условные обозначения

Цвет	Оценка вероятности загрязнения участка береговой полосы, $P^{\text{уч}} \cdot 10^{-7}$ 1/(год)
	≤ 1
	1-5
	5-15
	15-30
	> 30

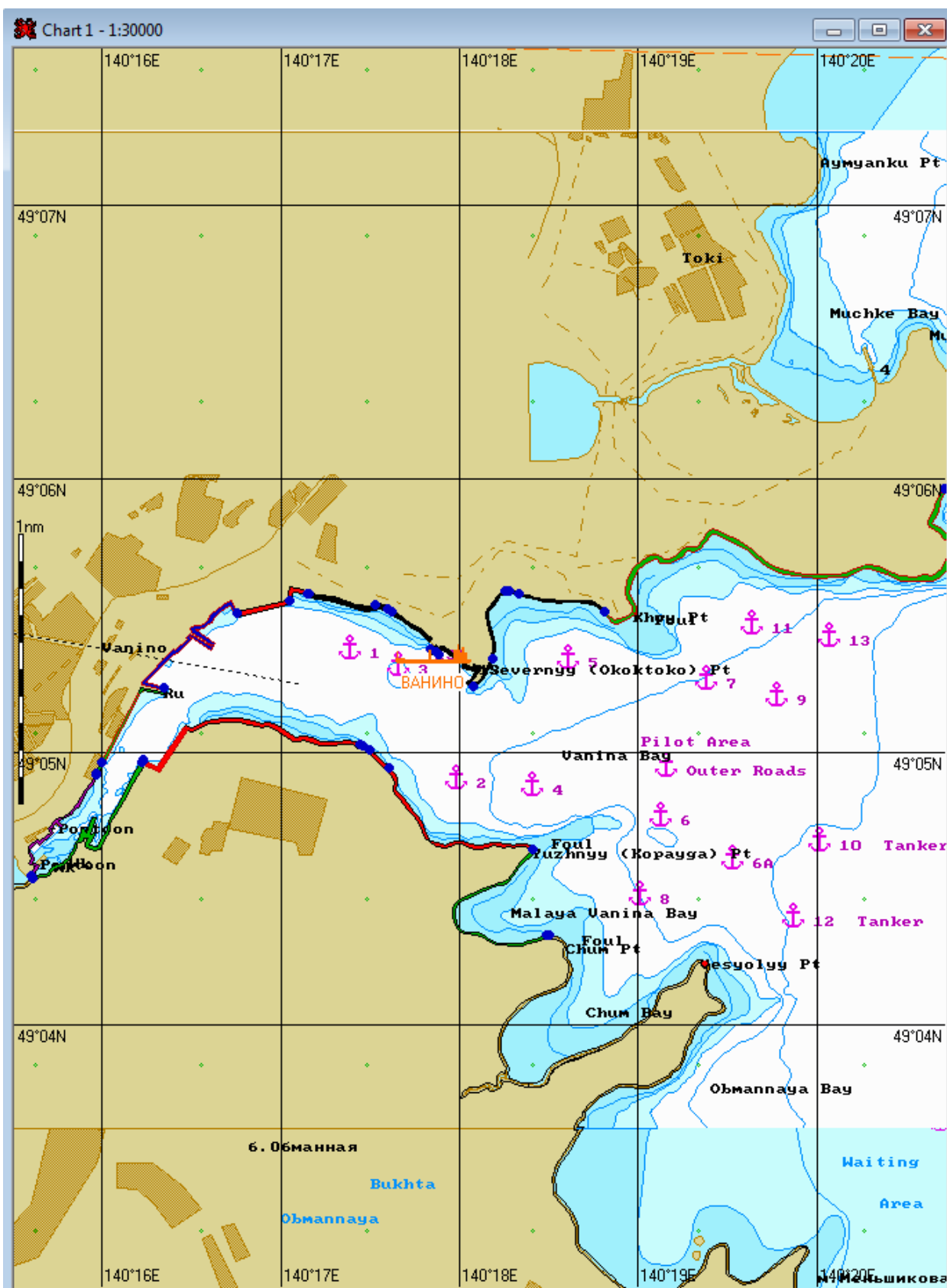


Рис. 2.1. Карта ЧС(Н). Распределение вероятности загрязнения береговой полосы через 4 часа после разлива.

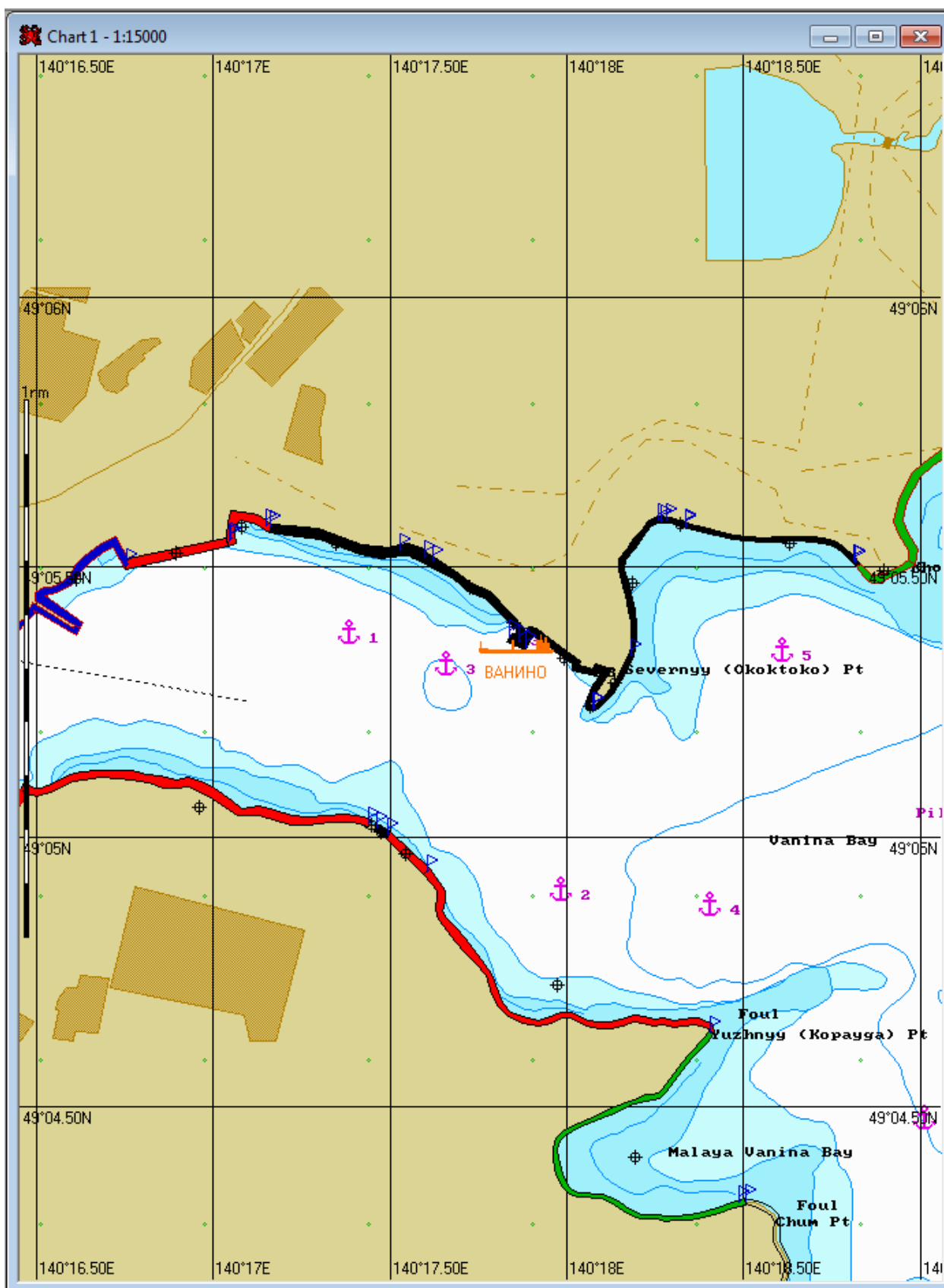


Рис. 2.2. Карта ЧС(Н). Распределение вероятности загрязнения береговой полосы через 4 часа после разлива.

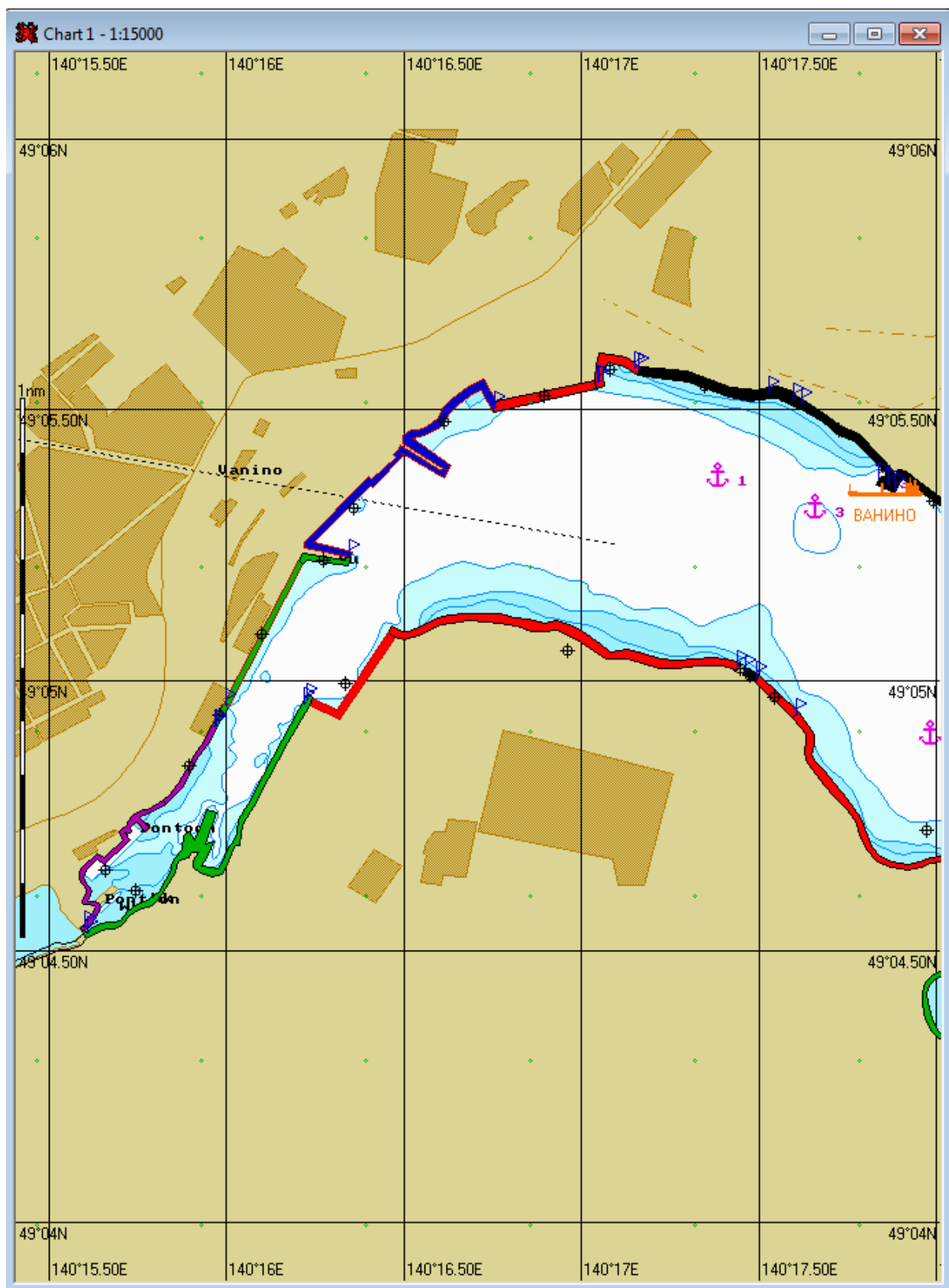


Рис. 2.3. Карта ЧС(Н). Распределение вероятности загрязнения береговой полосы через 4 часа после разлива.

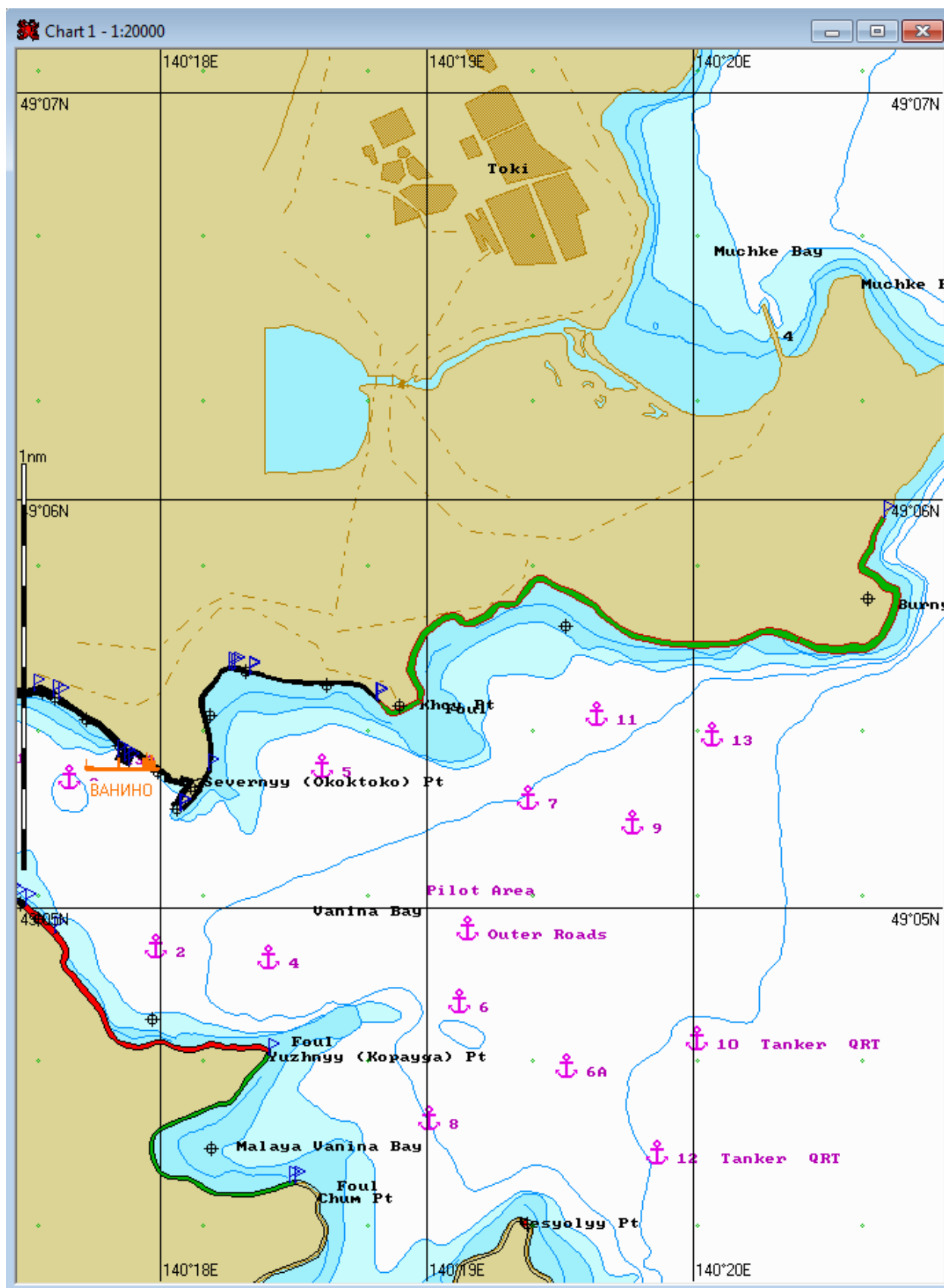


Рис. 2.4. Карта ЧС(Н). Распределение вероятности загрязнения береговой полосы через 4 часа после разлива.

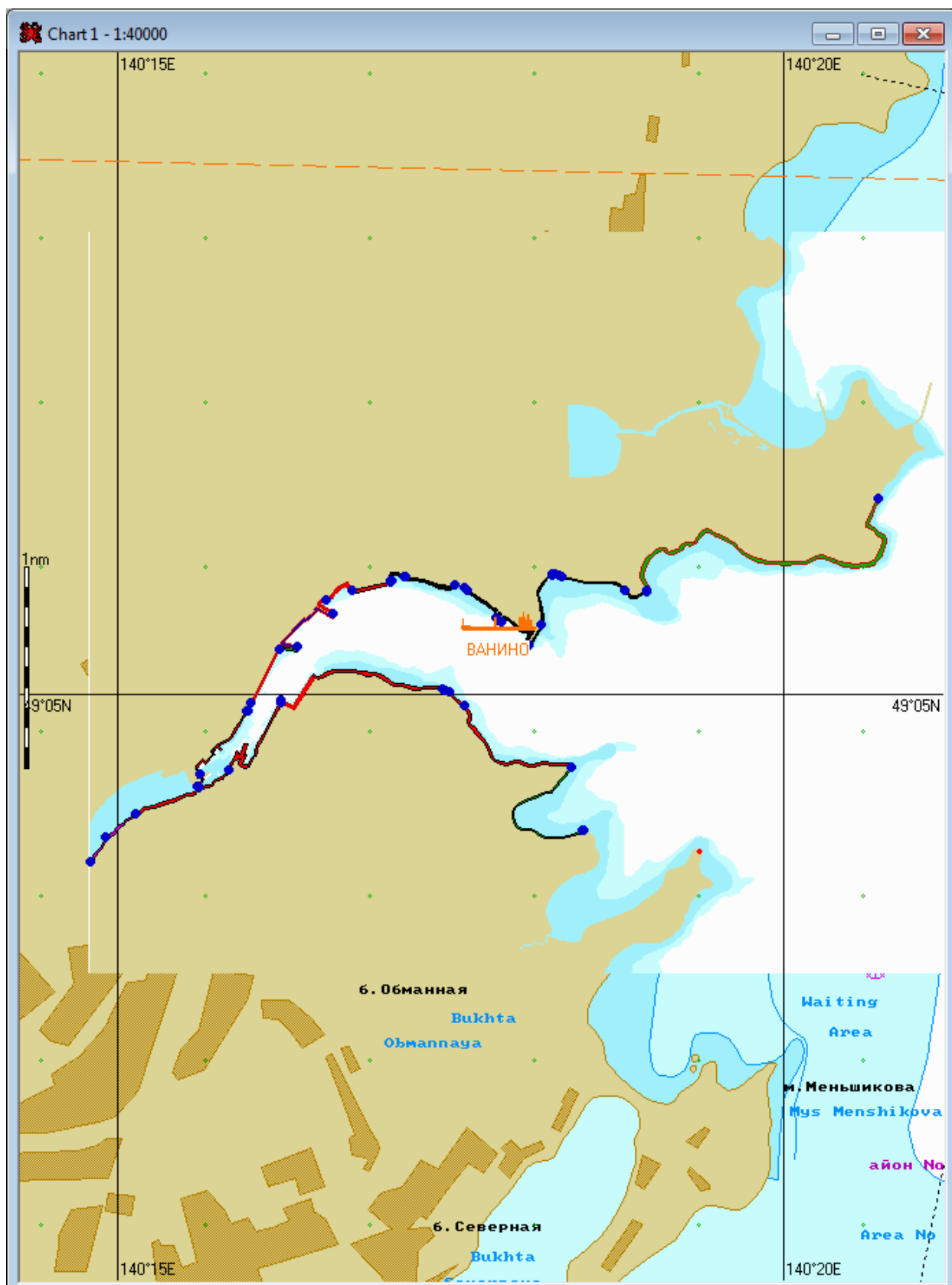


Рис. 2.5. Карта ЧС(Н). Распределение вероятности загрязнения береговой полосы через 6 часов после разлива.

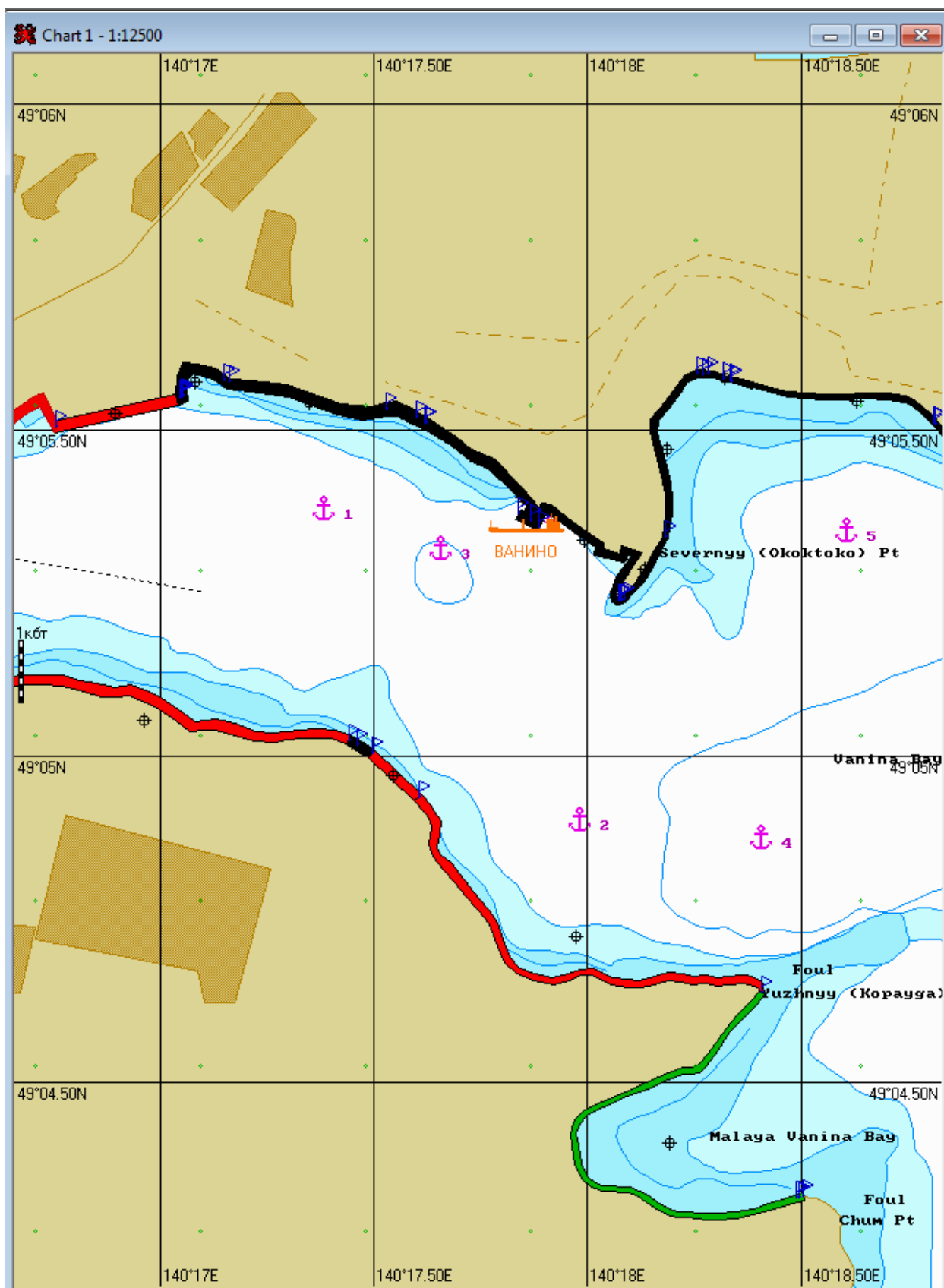


Рис. 2.6. Карта ЧС(Н). Распределение вероятности загрязнения береговой полосы через 6 часов после разлива.

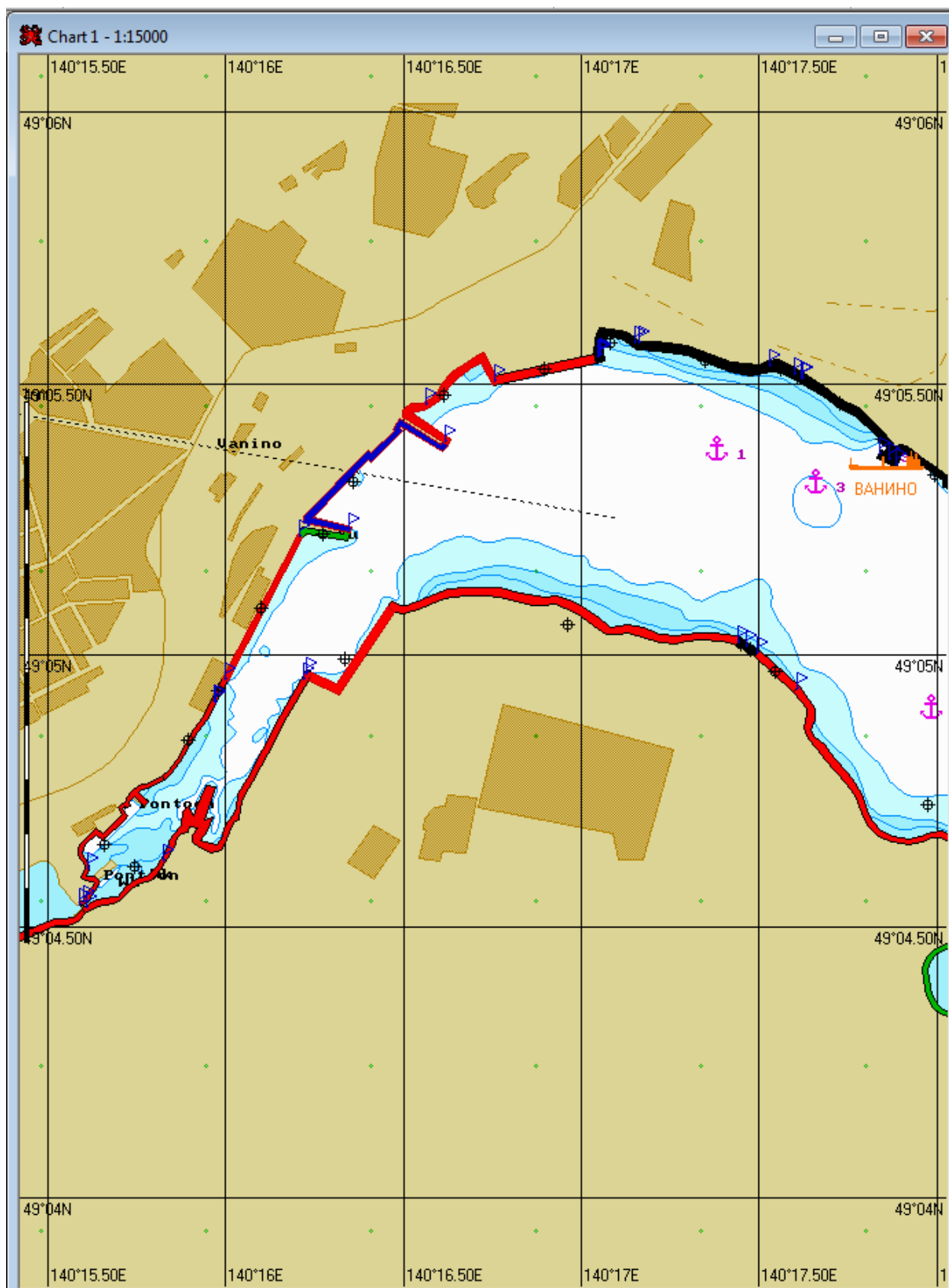


Рис. 2.7. Карта ЧС(Н). Распределение вероятности загрязнения береговой полосы через 6 часов после разлива.

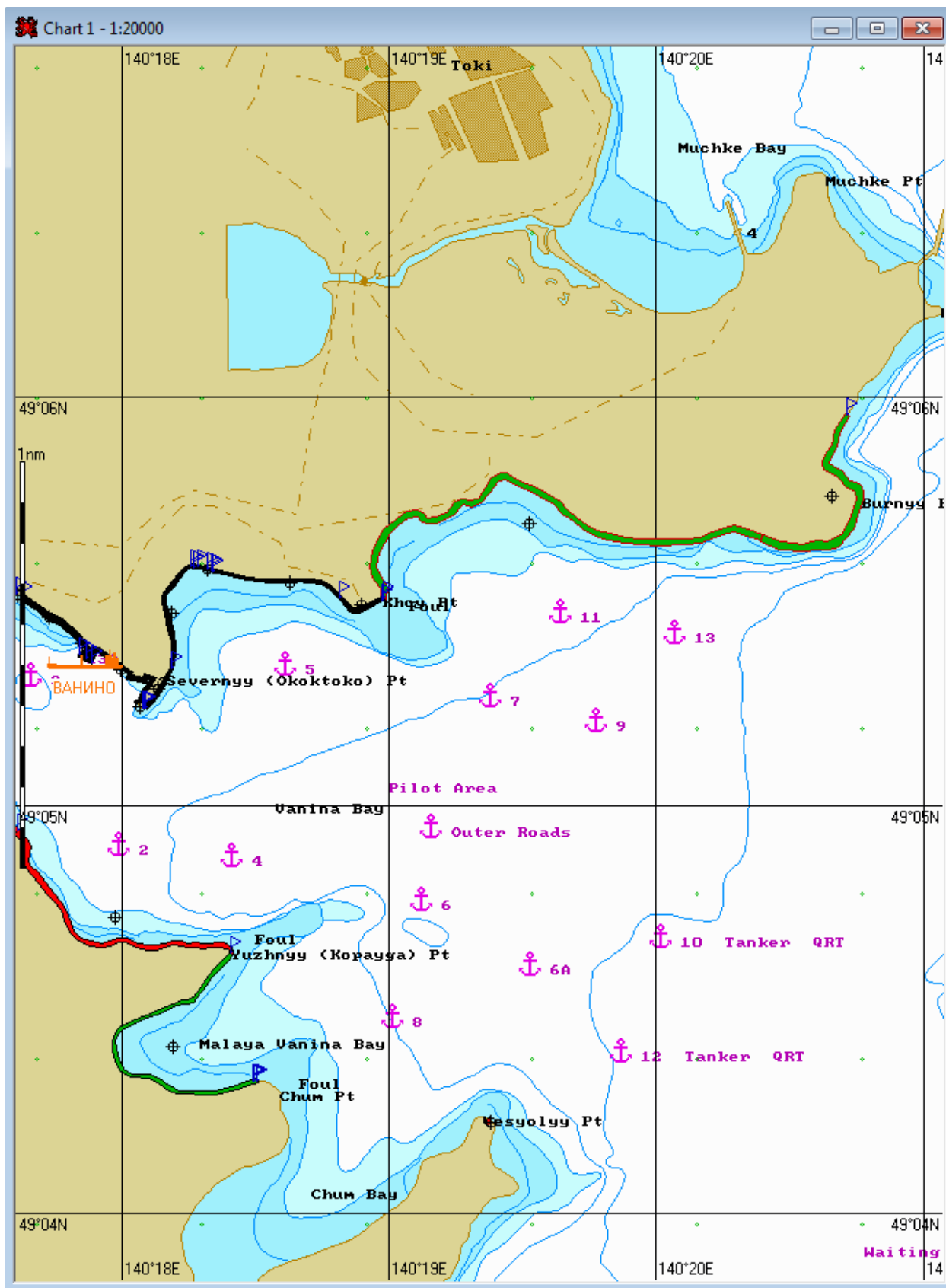


Рис. 2.8. Карта ЧС(Н). Распределение вероятности загрязнения береговой полосы через 6 часов после разлива.

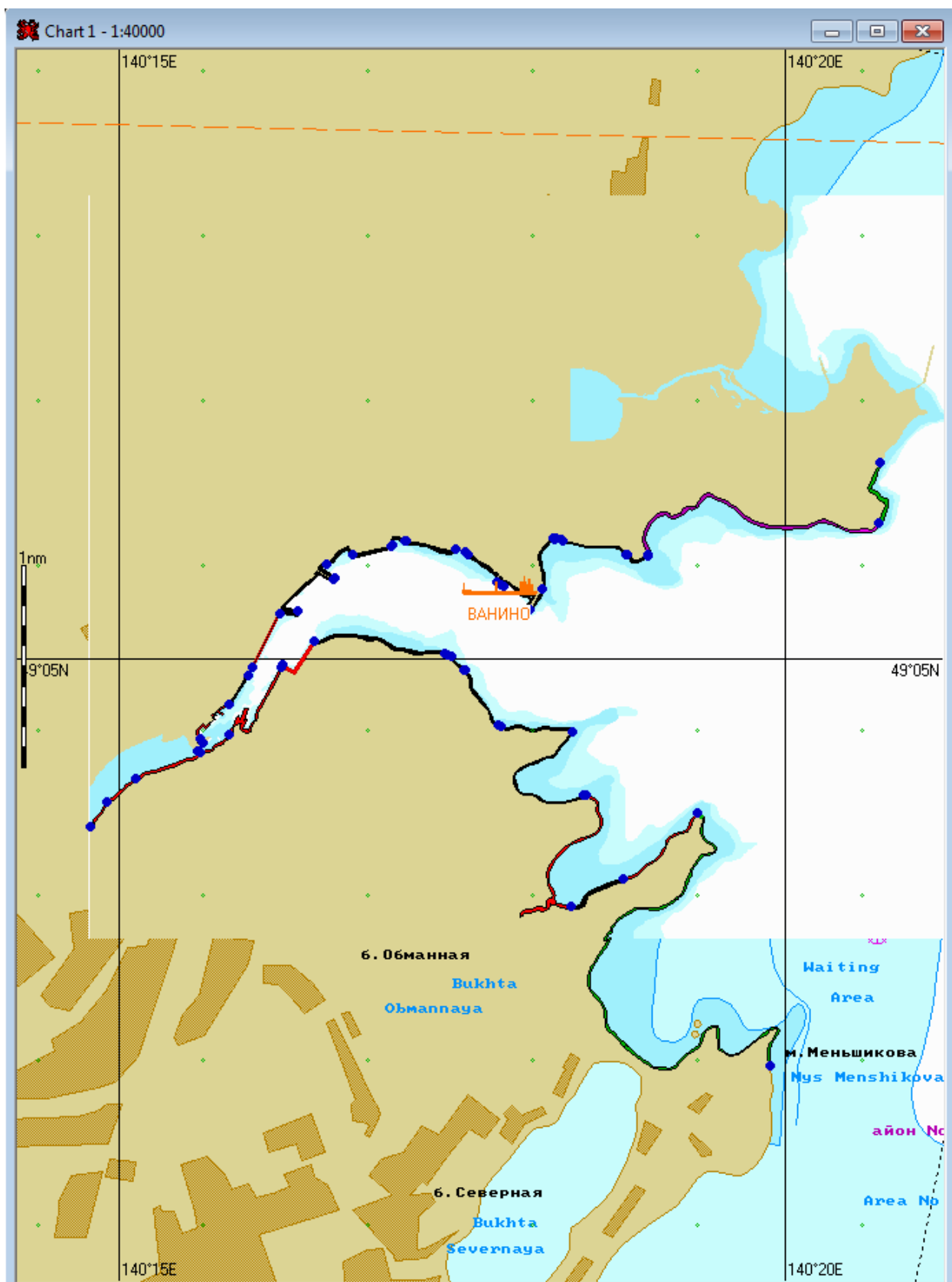


Рис. 2.9. Карта ЧС(Н). Распределение вероятности загрязнения береговой полосы через 12 часов после разлива.

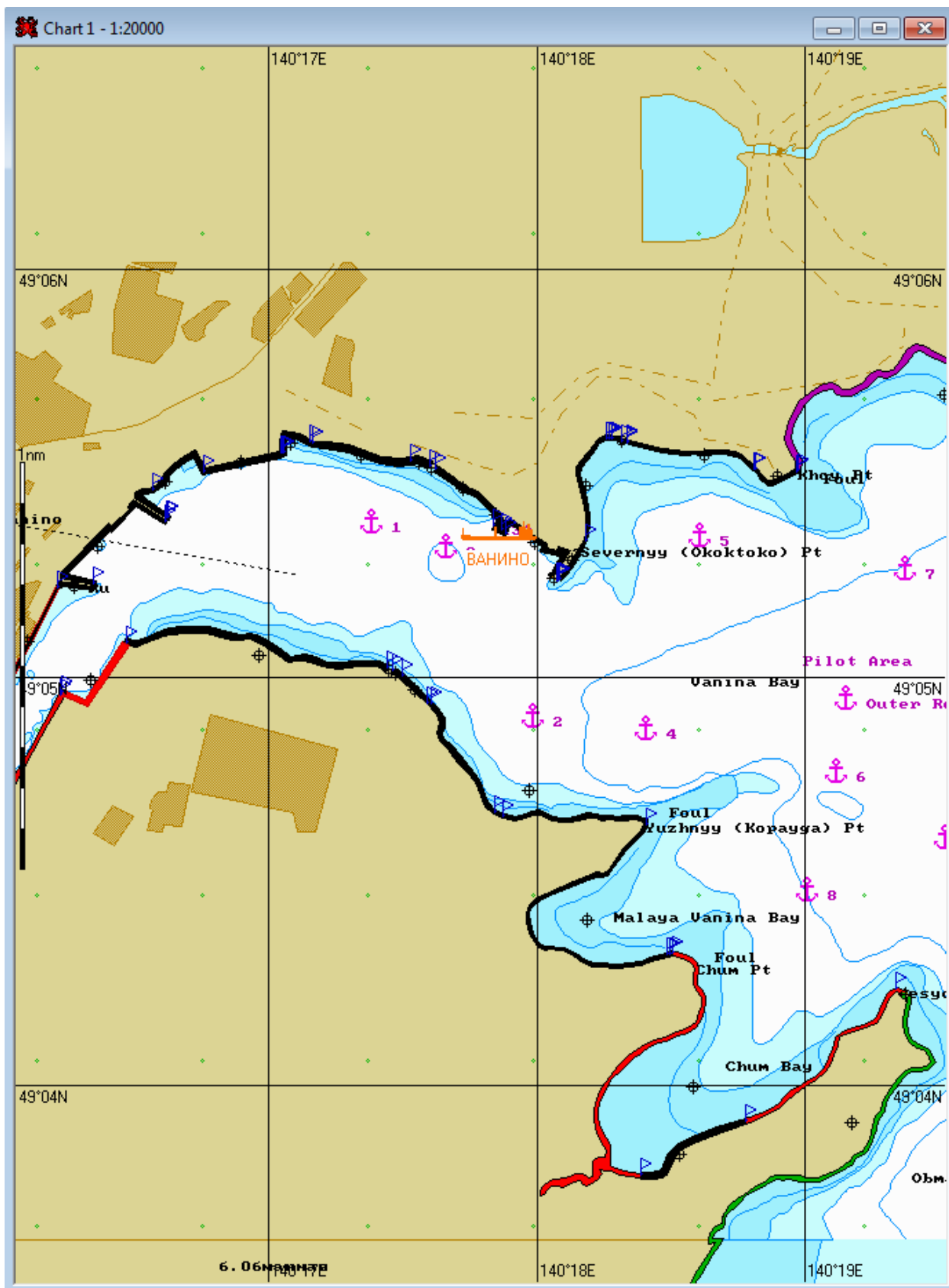


Рис. 2.10. Карта ЧС(Н). Распределение вероятности загрязнения береговой полосы через 12 часов после разлива.

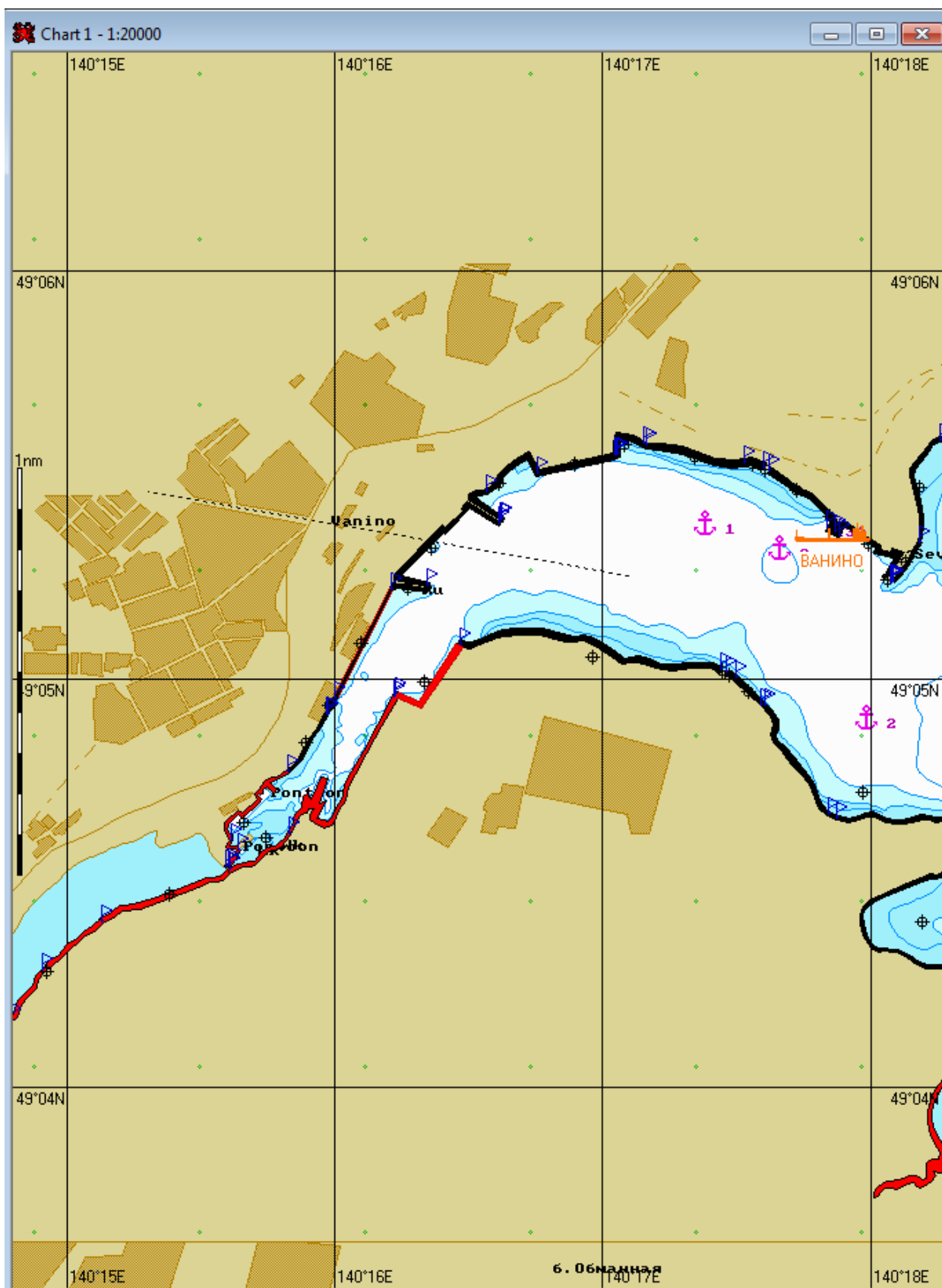


Рис. 2.11. Карта ЧС(Н). Распределение вероятности загрязнения береговой полосы через 12 часов после разлива.

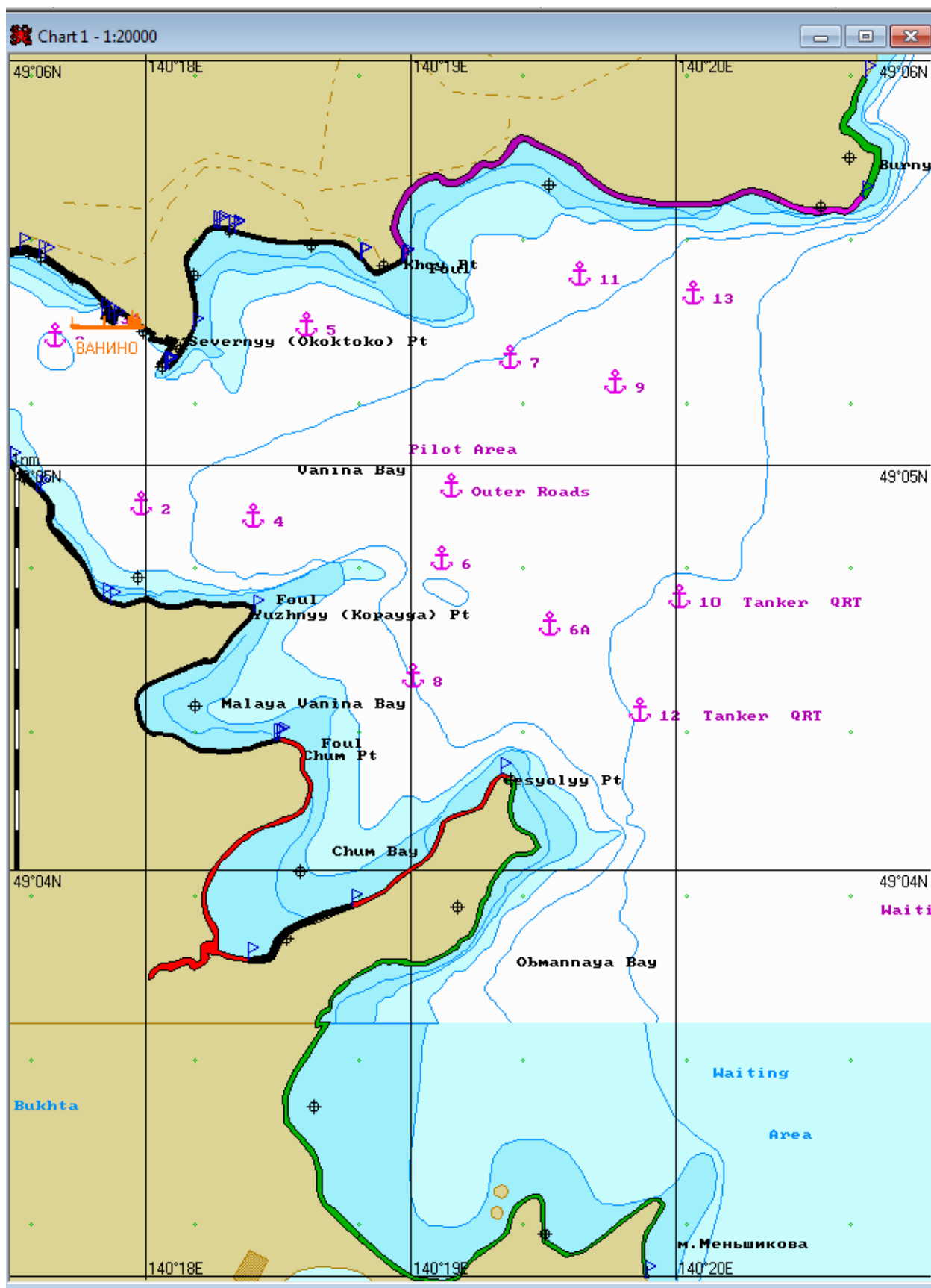


Рис. 2.12. Карта ЧС(Н). Распределение вероятности загрязнения береговой полосы через 12 часов после разлива.

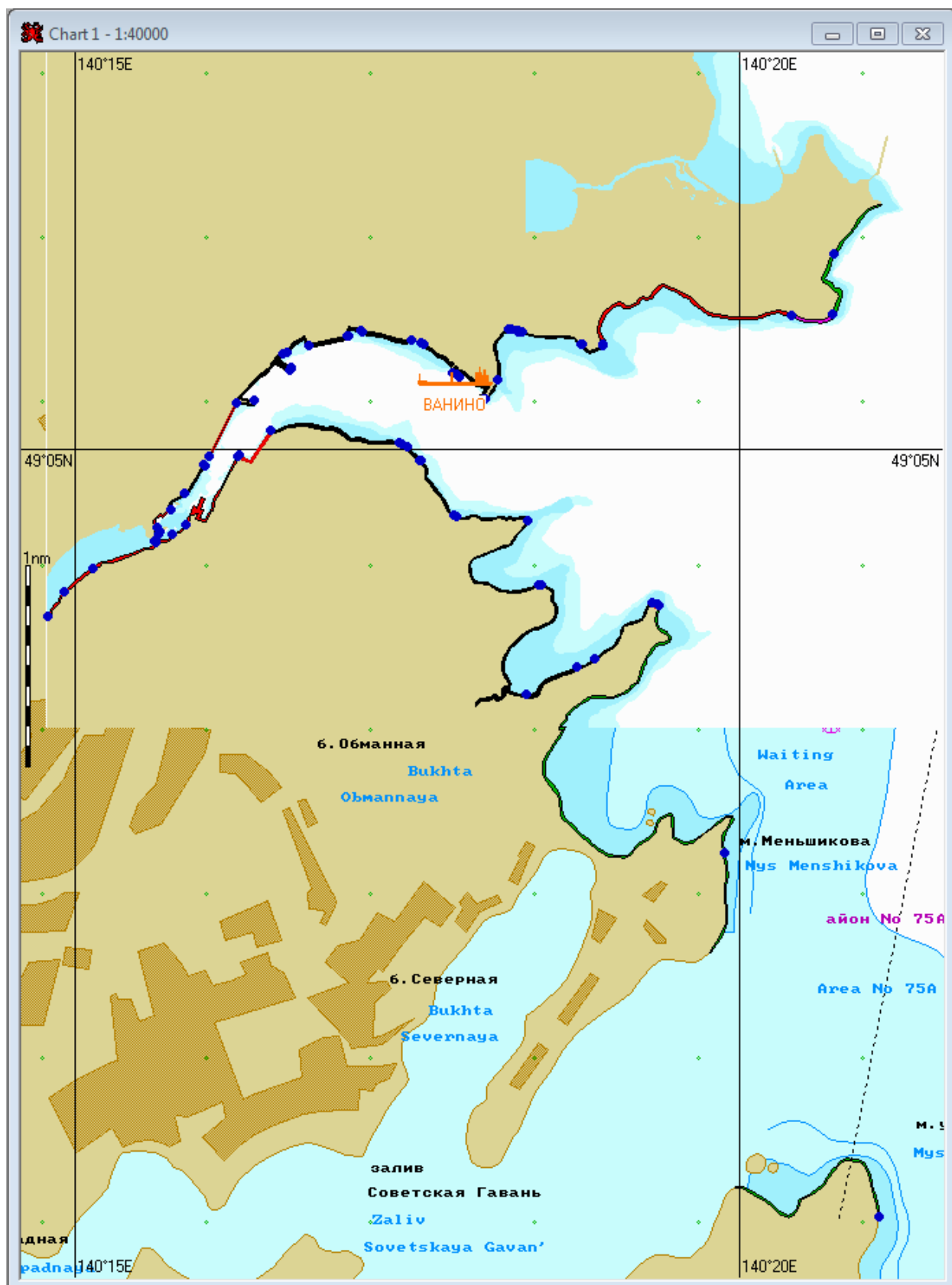


Рис. 2.13. Карта ЧС(Н). Распределение вероятности загрязнения береговой полосы через 24 часа после разлива.

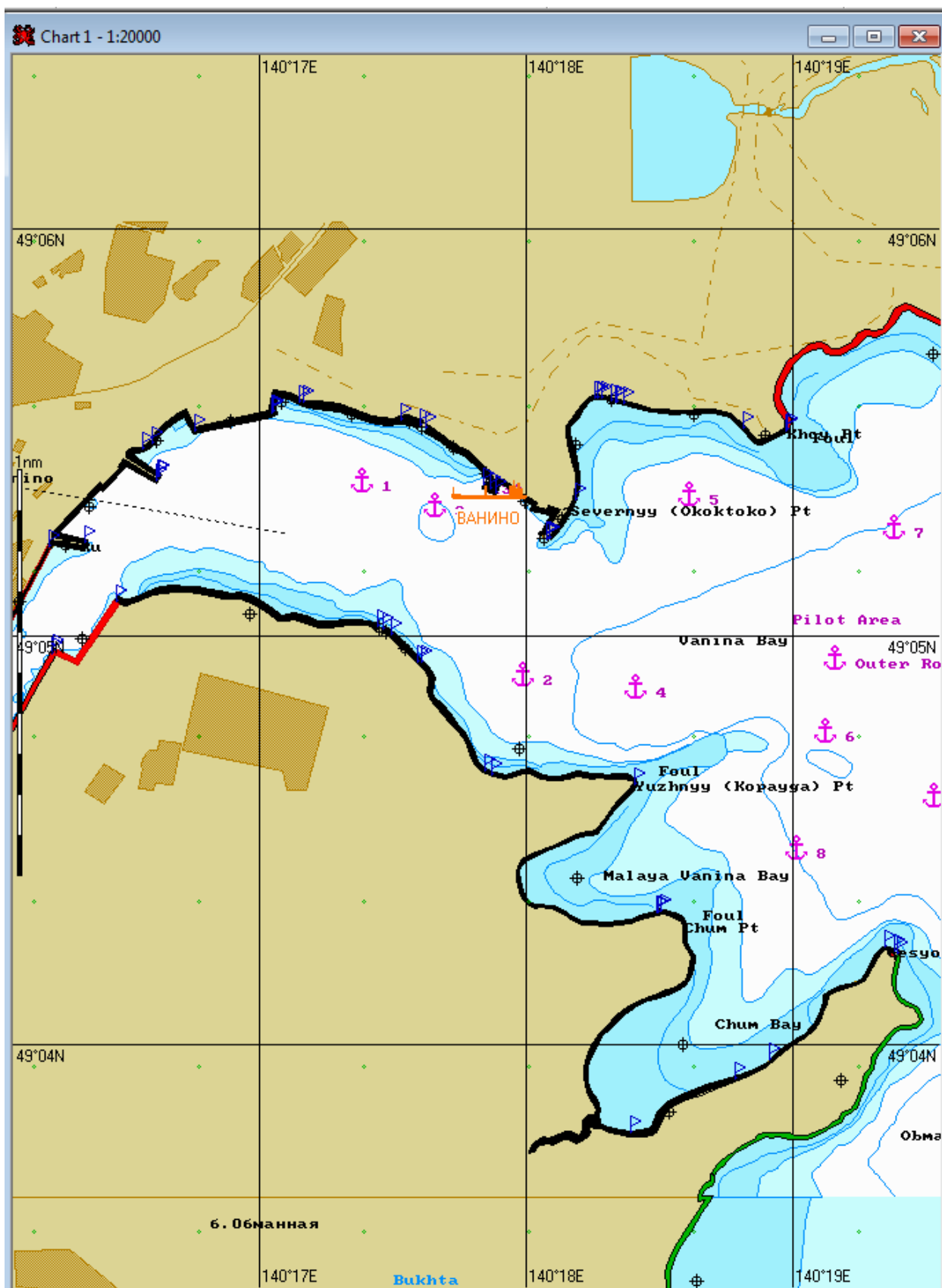


Рис. 2.14. Карта ЧС(Н). Распределение вероятности загрязнения береговой полосы через 24 часа после разлива.

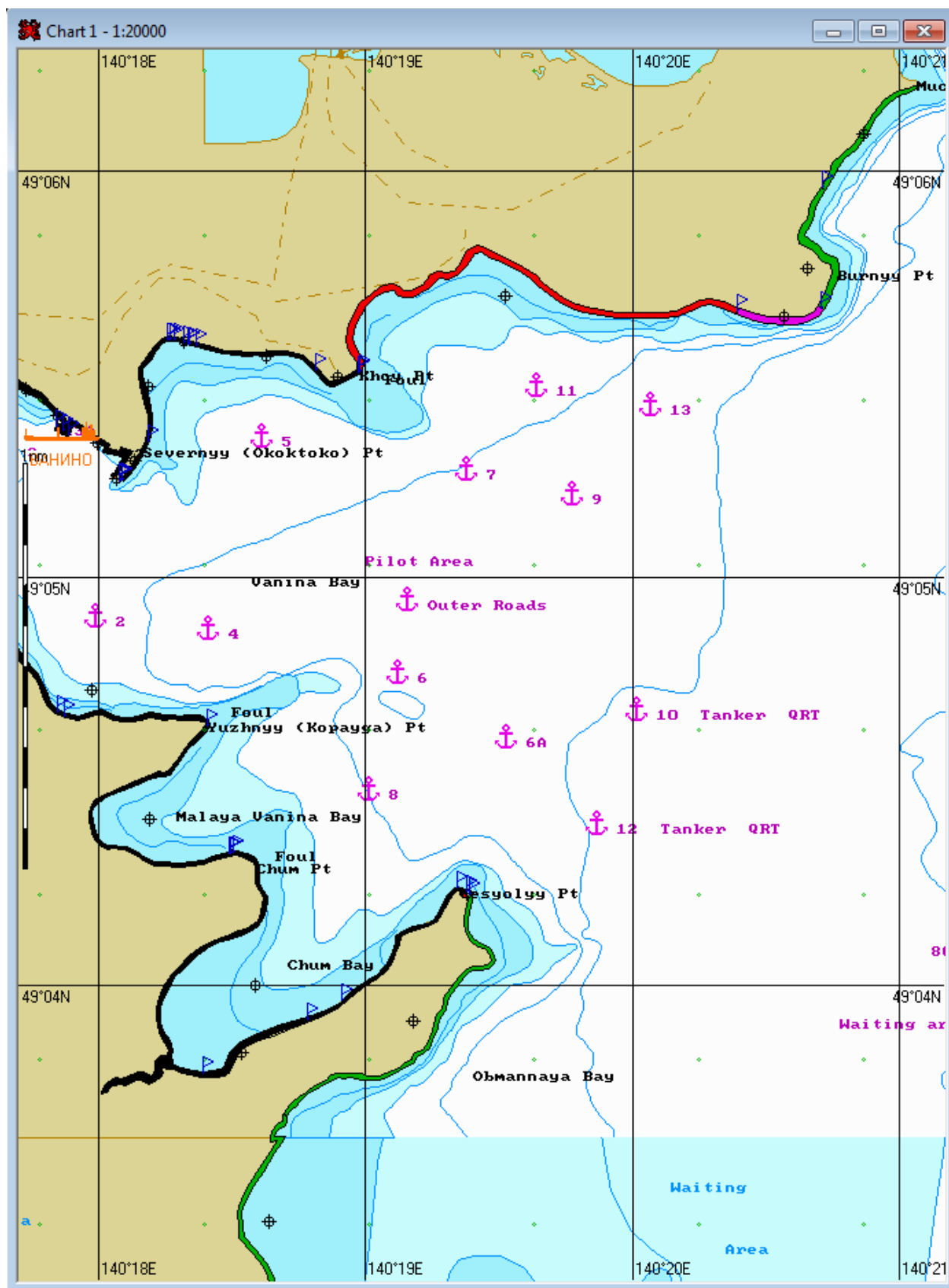


Рис. 2.16. Карта ЧС(Н). Распределение вероятности загрязнения береговой полосы через 24 часа после разлива.

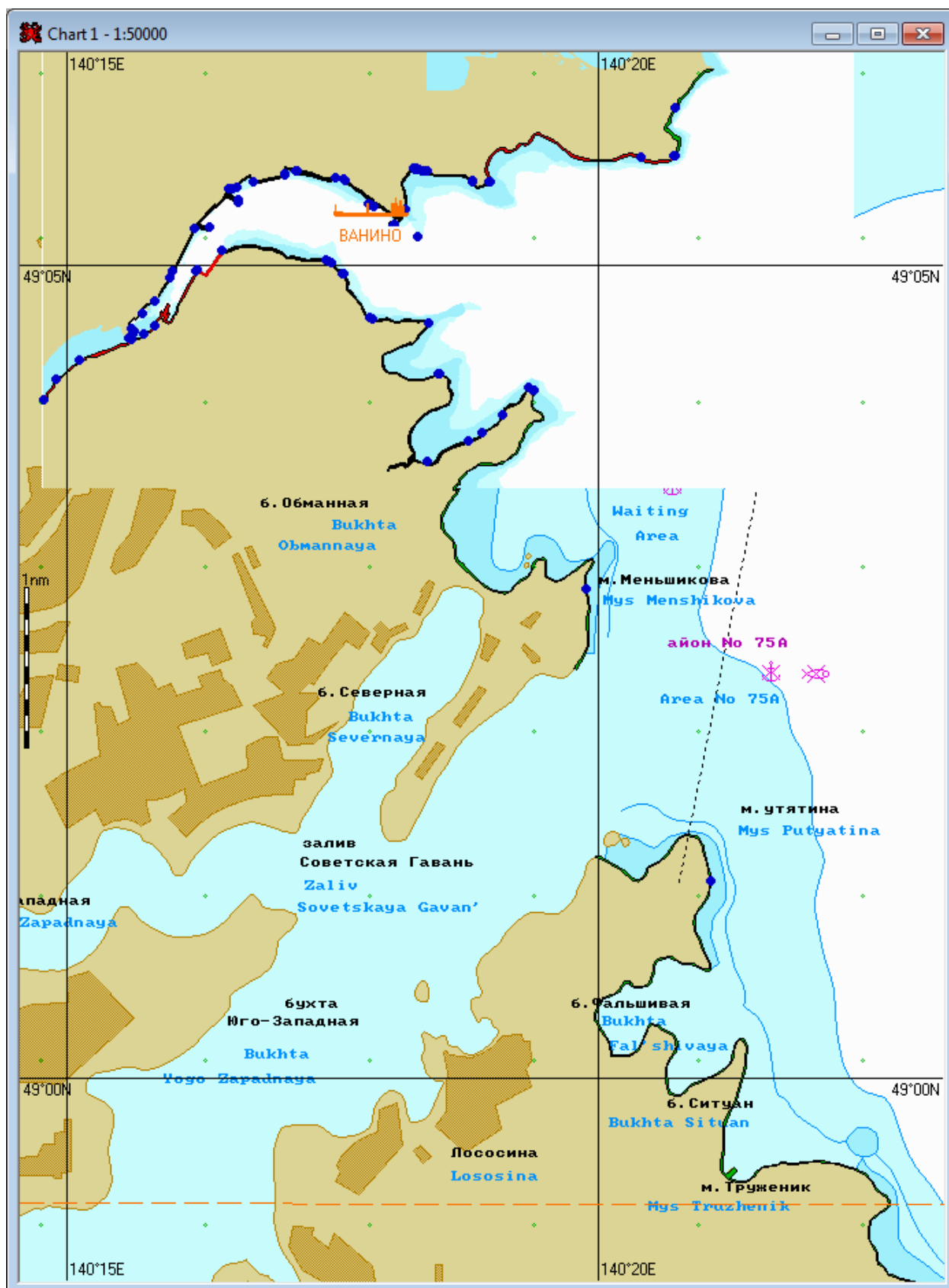


Рис. 2.17. Карта ЧС(Н). Распределение вероятности загрязнения береговой полосы через 48 часов после разлива.

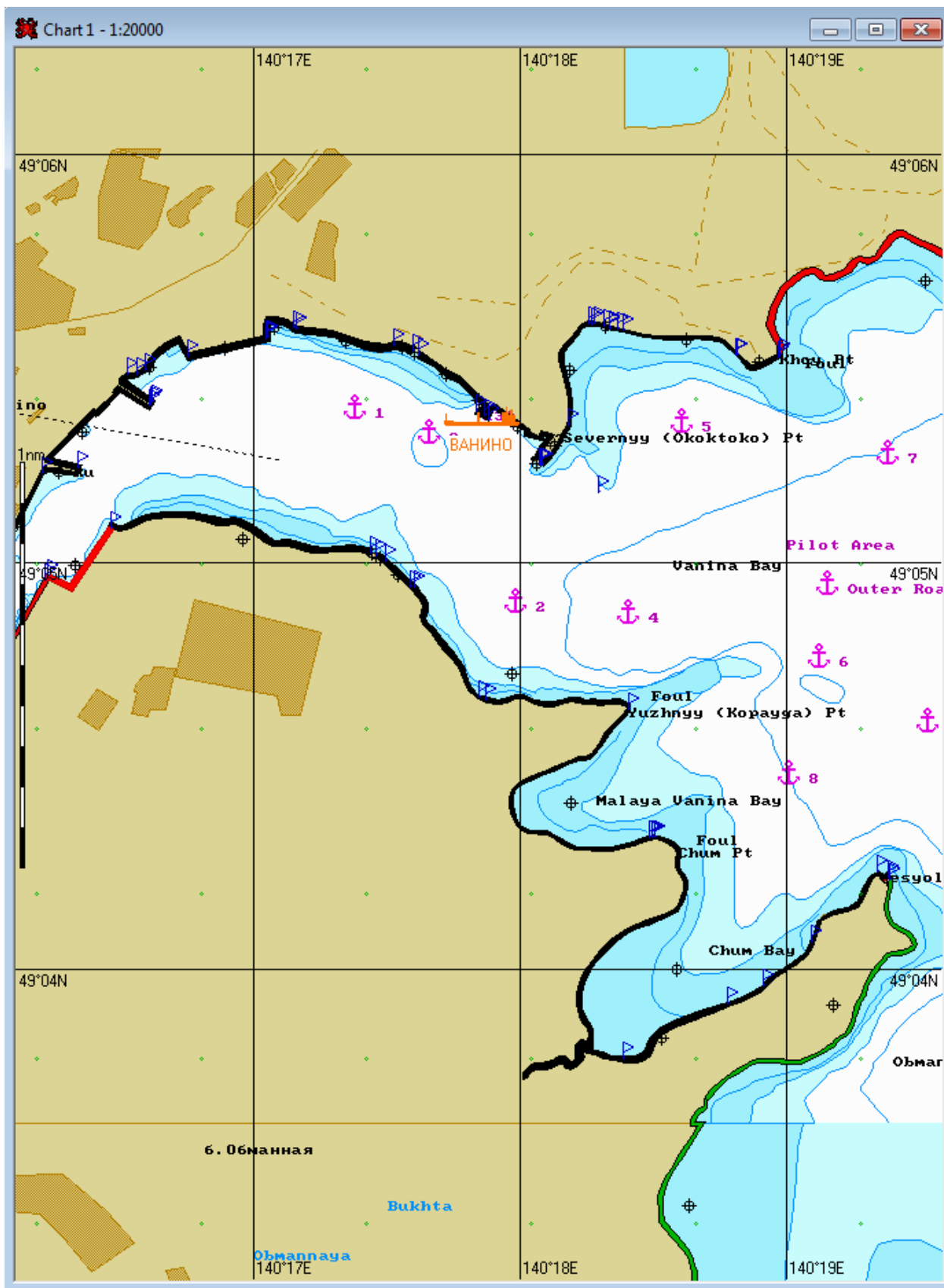


Рис. 2.18. Карта ЧС(Н). Распределение вероятности загрязнения береговой полосы через 48 часов после разлива.

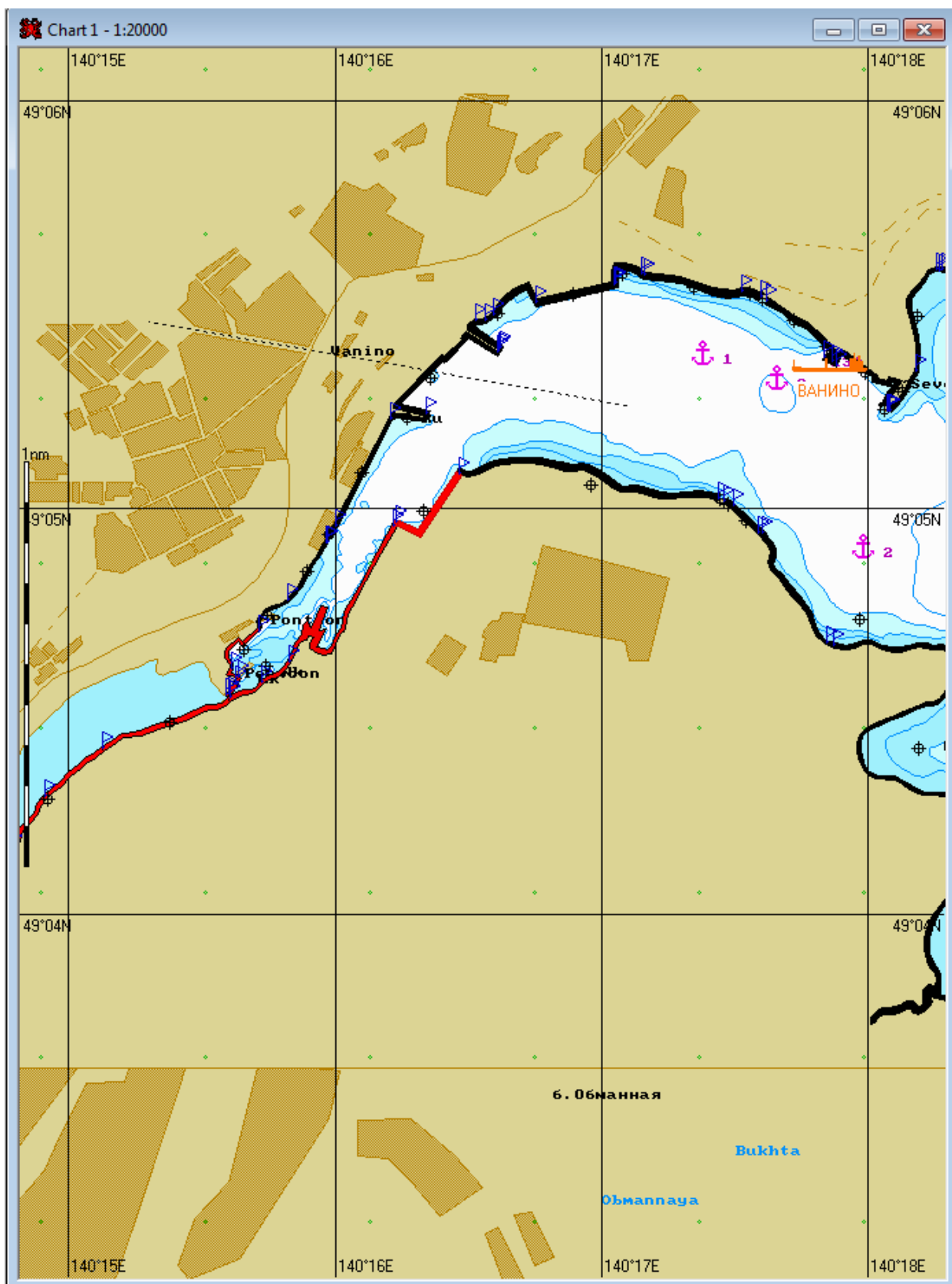


Рис. 2.19. Карта ЧС(Н). Распределение вероятности загрязнения береговой полосы через 48 часов после разлива.

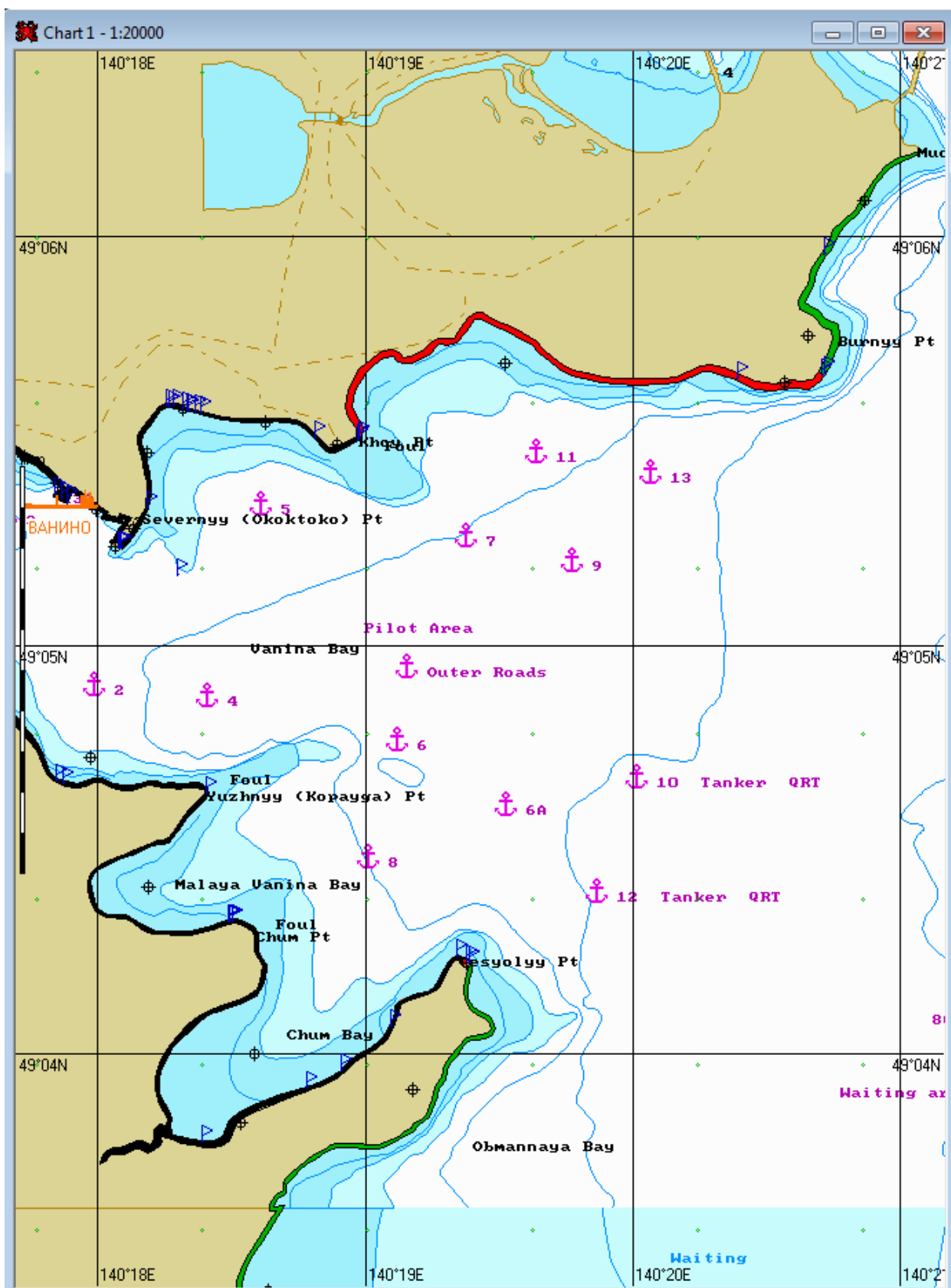


Рис. 2.20. Карта ЧС(Н). Распределение вероятности загрязнения береговой полосы через 48 часов после разлива.

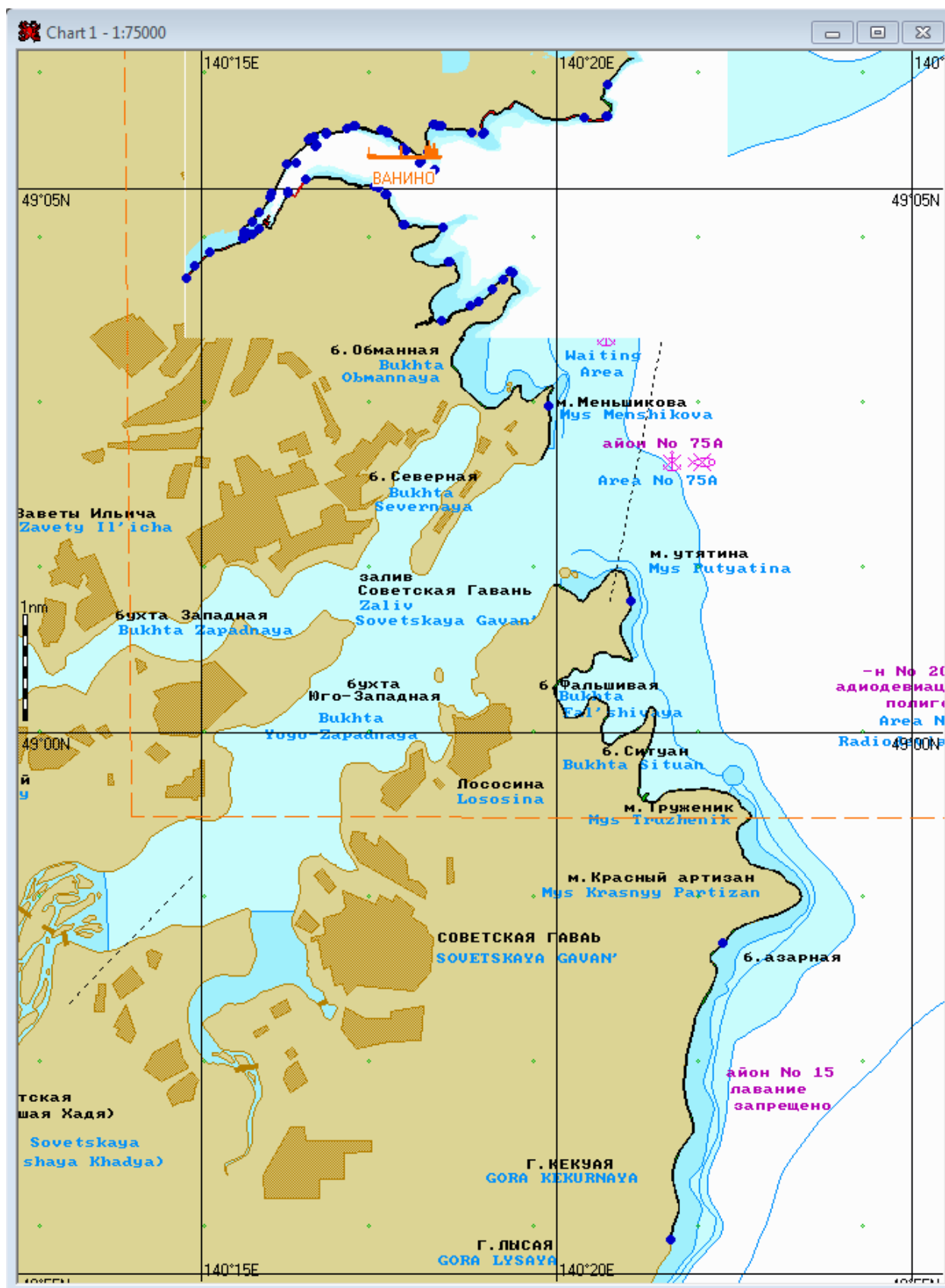


Рис. 2.21. Карта ЧС(Н). Распределение вероятности загрязнения береговой полосы через 72 часа после разлива.

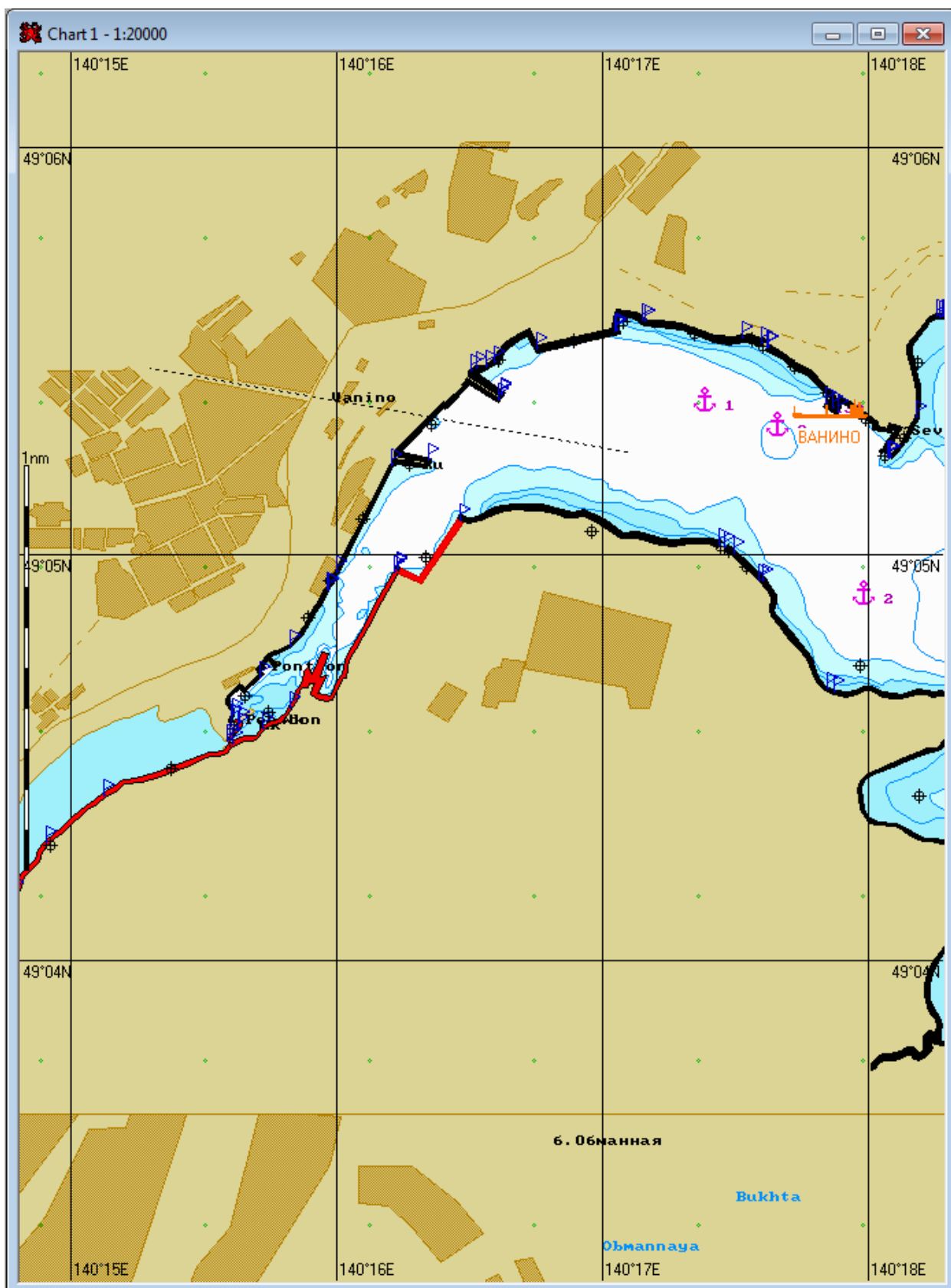


Рис. 2.23. Карта ЧС(Н). Распределение вероятности загрязнения береговой полосы через 72 часа после разлива.

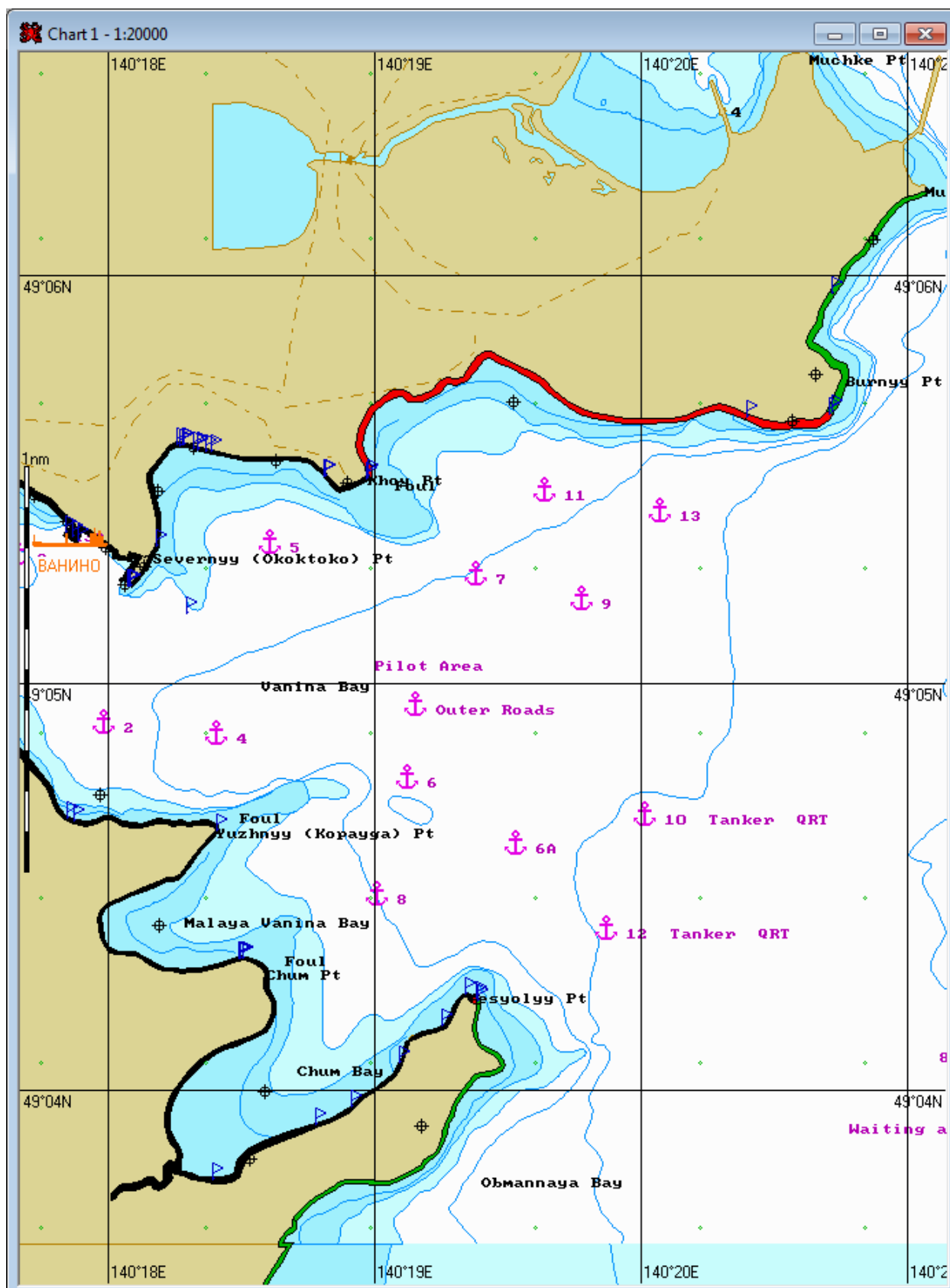


Рис. 2.24. Карта ЧС(Н). Распределение вероятности загрязнения береговой полосы через 72 часа после разлива.

Литература

- 1 Гмурман В.Е. Теория вероятностей и математическая статистика. М. «Высшая школа», 1977. 479 с.
- 2 Пугачев В.С. Теория вероятностей и математическая статистика. М. Наука, 1979. 476 с.
- 3 Колмогоров, А.Н. Основные понятия теории вероятностей / М., 1974. – 120с.
- 4 Феллер, В. Введение в теорию вероятностей и ее приложения / М.: Издательство «Мир» 1964. – 770с.
- 5 Елисеева, И.И. Общая теория статистики / И.И. Елисеева, М.М. Юзбашев // Москва.: Финансы и статистика 2006. – 656с.
- 6 Мерициди, И.А. Техника и технологии локализации и ликвидации аварийных разливов нефти и нефтепродуктов: Справ./ И.А. Мерициди, В.Н. Ивановский, А.Н. Прохоров и др.; Под ред. И.А. Мерициди. – СПб.: НПО «Профессионал», 2008. – 824 с.