



УДК 502.51(282.247.41):504.5:665.6

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ВЗРЫВОВ РАЗЛИВОВ НЕФТЕПРОДУКТОВ НА АКВАТОРИИ РЕКИ КАМА

Шапошников Алексей Дмитриевич, аспирант кафедры охраны окружающей среды и производственной безопасности
Волжский государственный университет водного транспорта
603950, г. Нижний Новгород, ул. Нестерова, 5

Аннотация. В данной работе рассматривались вопросы прогнозирования зон воздействия поражающих факторов от взрывов разливов нефтепродуктов на водных объектах на примере акватории реки Кама. Оценка воздействия взрыва газопаровоздушной смеси произведена для источника разлива нефтепродуктов в районе острова Телеговский. На основании полученных данных построены зоны поражения ударной волны и определены границы избыточного давления волны взрыва.

Ключевые слова: разлив нефтепродуктов, взрыв разлива, ударная волна, избыточное давление, загрязнение окружающей среды, охрана окружающей среды, экологическая безопасность, река Кама.

При использовании судов на внутренних водных путях существует значительный риск возникновения аварий, которые могут привести к разливу нефтепродуктов и взрыву разлива. Для сокращения негативных последствий разлива необходимо провести оценку зон воздействия разрушительных факторов в случае взрыва разлива нефтепродуктов [1 – 3].

В данной работе был проведен расчет зон воздействия избыточного давления взрыва разлива нефтепродуктов для людей, животных, растительности, почвы и технических объектов.

Для расчета были использованы максимальные размеры (радиусы) нефтяных пятен в качестве исходных данных (рис. 1) [4 – 6].

Программный комплекс «PISCES 2» компании «Транзас» предназначен для моделирования следующих процессов, связанных с разливами нефти в морских и речных акваториях [7 – 9]:

- распространение нефти в водной среде;
- испарение нефти из поверхностного слоя воды;
- диспергирование нефти - ее разбивание на мелкие капли;
- эмульсификация нефти - образование эмульсии из нефти и воды;
- изменение вязкости нефти в зависимости от температуры и других факторов;
- горение нефти на поверхности воды;
- взаимодействие нефти с окружающей средой и средствами борьбы.

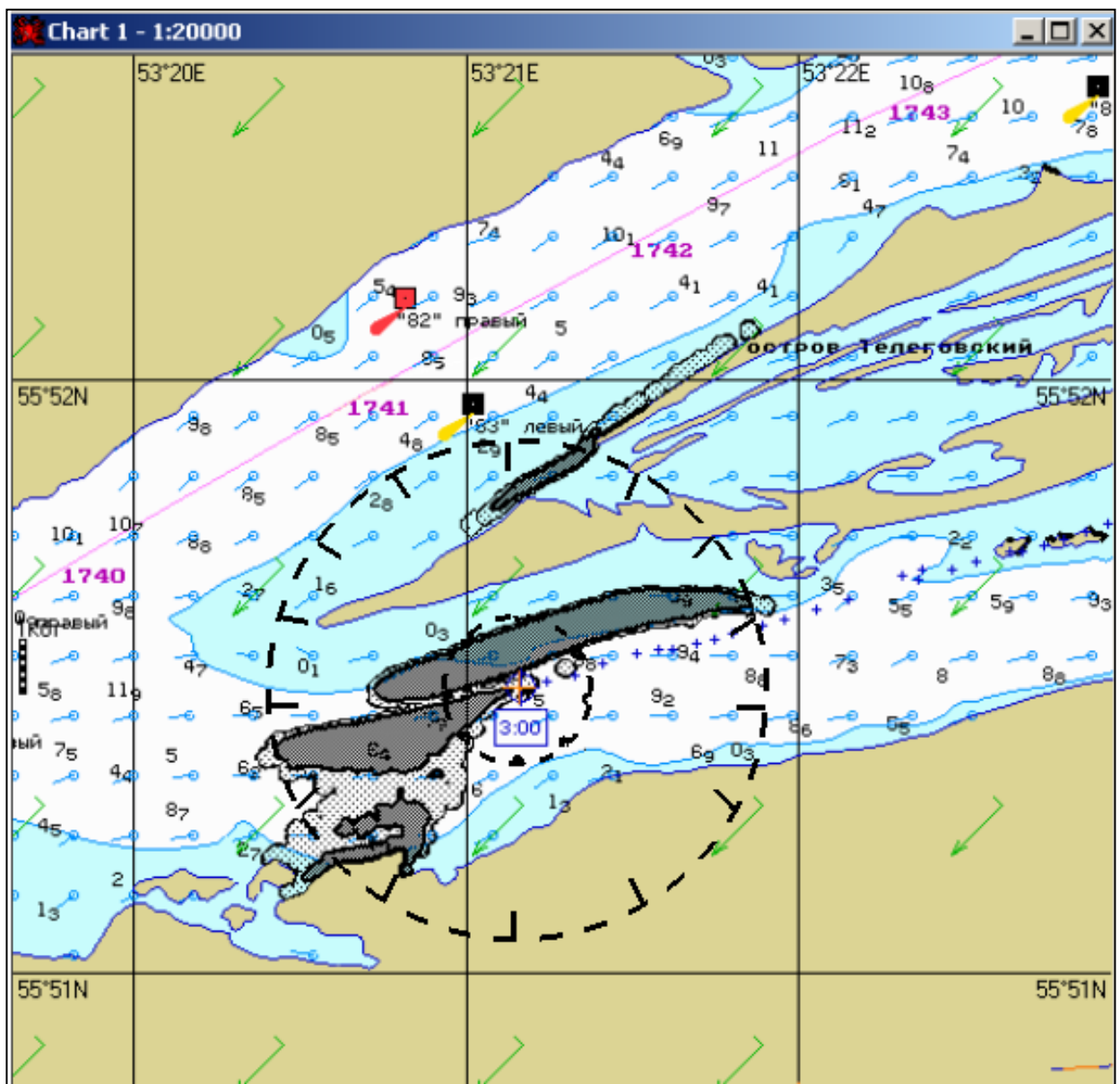


Рис. 1. Границы зон поражения избыточным давлением. (сценарий «Взрыв разлива», масштаб 1:20000)

Программный комплекс «PISCES 2» позволяет моделировать эти процессы, учитывая различные параметры, такие как скорость ветра, направление течений, температура воздуха и воды, а также характеристики самой слившейся нефти, такие как её плотность, вязкость, температура вспышки и т.д.

Использование программного комплекса «PISCES 2» позволяет оценить потенциальные последствия нефтяного разлива в морских и речных акваториях, а также спланировать эффективные мероприятия по предотвращению и устранению разлива [10 – 12].

Для анализа в данной работе проводилось моделирование разлития дизельного топлива на реке Кама (рейд 1757,3 км). Объем разлития составил 1453,5 м³ дизельного топлива. Максимальная площадь пятна разлития установлена в размере 537 337 м² (на 3 часа с момента разлива при гидрологическом режиме – межень) [13 – 15].

На рисунке 1 показано пятно нефтепродуктов на 3 часа с момента разлива в районе острова Телеговский на 1757,3 км реки Кама, а также граница воздействия избыточного давления для человека и животных со степенью поражения «Среднее повреждение зданий» и «Умеренные повреждения зданий» (таблица 1).

Расчет зон воздействия избыточного давления при разливе разлива

№	Степень поражения	Избыточное давление, кПа	Радиус воздействия избыточного давления, м
1	Полное разрушение здания	100 кПа	-
2	50 %-ное разрушение здания	53 кПа	-
3	Среднее повреждение зданий	28 кПа	Максимальное избыточное давление 22,7 кПа, на расстоянии 56,57 м
4	Умеренные повреждения зданий (повреждение внутренних перегородок, рам, дверей и т.п.)	12 кПа	178,8
5	Нижний порог повреждения человека волной давления	5 кПа	479,1
6	Малые повреждения (разбита часть остекления)	3кПа	819,1

Определение уровня риска в случае взрыва разливов нефтепродуктов представляет собой важную задачу, поскольку оно позволяет прогнозировать потенциальные последствия и разрабатывать защитные меры для минимизации ущерба для окружающей среды, населения и обычного функционирования экосистемы. Работа в этом направлении имеет важное значение для обеспечения экологической безопасности и предотвращения негативных последствий от разливов нефтепродуктов.

Список литературы:

1. Каленков, А. Н., Пластинин, А. Е. Прогнозирование разливов нефти с судов в Амурском бассейне // Научные проблемы водного транспорта, (74). – С. 216-228. <https://doi.org/10.37890/jwt.vi74.3414>.
2. Горячая А.В., Бородин А.Н., Балденков А.П., Ташимов Б.М. Прогнозирование разливов нефти в Ярославском речном порту // В сборнике: Транспорт. Горизонты развития. Труды 2-го Международного научно-промышленного форума. - Нижний Новгород, 2022. С. 54.
3. Пластинин А.Е. Оценка механического воздействия на окружающую среду при взрывах на танкерах // Вестник государственного университета морского и речного флота им. адмирала С.О. Макарова. - 2015. № 1 (29). С. 42-52.
4. Пластинин А. Е., Домнина О. Л., Захаров В. Н., Сафаров А. М. Оценка рисков возникновения и последствий разливов нефти в районе Чебоксарского речного порта // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Экология и безопасность жизнедеятельности. - 2019. Т. 27. № 3. С. 219-230.
5. Toz, A. C. Numerical modelling of oil spill in New York Bay / A. C Toz, B. Koseoglu, C. Sakar. - DOI 10.1515/aep-2016-0037. - Текст: электронный // Archives of Environmental Protection. - 2016. - Vol. 42 no. 4. - pp. 22–31. - URL: https://www.researchgate.net/publication/309519305_Numerical_modelling_of_oil_spill_in_New_York_Bay (дата обращения: 11.10.2023).
6. Оценка экологического риска транспортных происшествий на водных объектах / О.Л. Домнина, В.Н. Захаров, Н.С. Отделкин, А.Е. Пластинин // Морские интеллектуальные технологии. - 2018. № 2-4 (42). С. 79-86.
7. Пинаева, О. М. Судоходство по Северному морскому пути и обеспечение его экологической безопасности / О. М. Пинаева, А. Е. Пластинин. – Текст: электронный // Проблемы экологии Волжского бассейна : Труды 5-й всероссийской научной конференции. - Нижний Новгород, 24–25 ноября 2020 года. – Нижний Новгород: Волжский государственный университет водного транспорта, 2020. – С. 22. - URL:

https://www.elibrary.ru/download/elibrary_44632092_23398873.pdf (дата обращения: 18.10.2023).

8. Оценка воздействия разливов нефти на экологически чувствительные районы в Печорском бассейне / Е.Ю. Шматкова, А.Е. Пластинин, А.П. Балденков, А.Н. Бородин. – Текст: электронный // Великие реки - 2020: Труды 22-го международного научно-промышленного форума. - Нижний Новгород, 27–29 мая 2020 года. – Нижний Новгород: Волжский государственный университет водного транспорта, 2020. – С. 18. – URL: https://www.elibrary.ru/download/elibrary_44631516_19167764.pdf (дата обращения: 10.10.2023).

9. Reshnyak, V. Evaluating environmental hazards of the potential sources of accidental spills / V. Reshnyak, O. Domnina, A. Platinin. - doi:10.1088/1755-1315/867/1/012046. - Текст: электронный // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2021 International Symposium «Earth Sciences: History, Contemporary Issues and Prospects, ESHCIP 2021». IOP Publishing Ltd. - 2021. - С. 012046. - URL: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/867/1/012046/pdf> (дата обращения: 11.10.2023).

10. Пластинин А.Е. Оценка риска возникновения разливов нефти на внутренних водных путях // Наука и техника транспорта. – 2015. – № 1. – С. 39-44. – URL: https://www.elibrary.ru/download/elibrary_23146319_96013009.pdf (дата обращения: 11.10.2023).

11. Пластинин, А. Е. Методология прогнозирования и ликвидации последствий загрязнения окружающей среды при разливах нефти / А. Е. Пластинин. – Текст: электронный // Великие реки 2014 : Труды конгресса 16-го Международного научно-промышленного форума: в 3-х томах, Нижний Новгород, 13–16 мая 2014 года / Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет. – Нижний Новгород: Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет, 2014. – С. 124-127. – URL: https://www.elibrary.ru/download/elibrary_24143913_70406625.pdf (дата обращения: 11.10.2023).

12. Определение координат пятна дизельного топлива при затоплении судна в порту / Б.М. Ташимов, Н.С. Родина, А. Н. Бородин, А. Н. Каленков. – Текст: электронный // Транспорт. Горизонты развития: Труды 1-го Международного научно-промышленного форума, Нижний Новгород - Новосибирск, 25–28 мая 2021 года. – Нижний Новгород: Волжский государственный университет водного транспорта (ФГБОУ ВО «ВГУВТ»), 2021. – С. 46. – URL: http://вф-река-море.рф/2021/PDF/4_5.pdf (дата обращения: 27.10.2023).

13. Предотвращение загрязнения окружающей среды при эксплуатации судов на Северном морском пути планированием работы ледокольного флота / О. М. Пинаева, А. Е. Пластинин, А. А. Разин, Е. А. Уварова. – Текст: электронный // Проблемы экологии Волжского бассейна : Труды 4-й всероссийской научной конференции, Нижний Новгород, 30–31 октября 2019 года. – Нижний Новгород: Волжский государственный университет водного транспорта, 2019. – С. 21. – URL: https://www.elibrary.ru/download/elibrary_43057007_37900826.pdf (дата обращения: 20.10.2023)

14. Пинаева, О. М. Анализ требований полярного кодекса по охране окружающей среды Северного морского пути / О. М. Пинаева, А. Е. Пластинин. – Текст: электронный // Великие реки - 2020 : Труды 22-го международного научно-промышленного форума, Нижний Новгород, 27–29 мая 2020 года. – Нижний Новгород: Волжский государственный университет водного транспорта, 2020. – С. 16. – URL: https://www.elibrary.ru/download/elibrary_44631514_16076486.pdf (дата обращения: 06.10.2023)

15. Вашурин, М. С. Обеспечение контроля за исчислением экологического налога / М. С. Вашурин, А. Е. Пластинин. – Текст: электронный // Контрольно-надзорная деятельность налоговых органов в условиях развития цифровой экономики : Материалы научно-практической конференции, г. Нижний Новгород, 03 июня 2020 года. – г. Нижний Новгород: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение

дополнительного профессионального образования «Приволжский институт повышения квалификации Федеральной налоговой службы», г. Нижний Новгород, 2020. – С. 64-68. – URL: https://www.elibrary.ru/download/elibrary_43882905_97382180.pdf (дата обращения: 10.10.2023)

FORECASTING OF EXPLOSIONS OF OIL SPILLS IN THE WATER AREA OF THE KAMA RIVER

Alexey Dm. Shaposhnikov

Abstract. In this paper, the issues of forecasting the impact zones of damaging factors from explosions of oil spills on water bodies were considered on the example of the Kama River water area. The impact of the explosion of the gas-steam-air mixture was assessed for the source of the oil spill in the area of the island of Telegovsky. On the basis of the data obtained, the shock wave damage zones are constructed and the boundaries of the excess pressure of the explosion wave are determined.

Keywords: oil spill, spill explosion, shock wave, overpressure, environmental pollution, environmental protection, environmental safety, Kama River.