

УДК 349.6; 629.5

Родина Наталья Сергеевна¹, аспирант кафедры охраны окружающей среды и производственной безопасности

e-mail: kaf_oospb@vsuwt.ru

Пластинин Андрей Евгеньевич¹, профессор кафедры охраны окружающей среды и производственной безопасности

e-mail: plastininae@yandex.ru

Каленков Александр Николаевич¹, доцент кафедры охраны окружающей среды и производственной безопасности

e-mail: kaf_oospb@vsuwt.ru

Балденков Антон Петрович¹, аспирант кафедры охраны окружающей среды и производственной безопасности

e-mail: kaf_oospb@vsuwt.ru

¹ Волжский государственный университет водного транспорта, г. Нижний Новгород, Россия.

ВЛИЯНИЕ ОБЪЁМА РАЗЛИВА НА МАССУ УТОНУВШЕЙ НЕФТИ

Аннотация. В данной работе рассматривались вопросы прогнозирования связи объёма разлива и массы утонувшего нефтепродукта при разливах нефти на водных объектах. Оценка опасности произведена для источников на основе построения зависимостей между объёмом разлива и массой утонувшего нефтепродукта.

Ключевые слова: загрязнение окружающей среды, экологическая безопасность, разлив нефти, прогнозирование, водные объекты, оценка влияния объёма разлива, масса утонувшей нефти.

При эксплуатации судов на водных объектах для оценки ущерба и расчёта средств борьбы с разливами нефти выполняется оценка риска возникновения аварийных ситуаций [1 – 3]. Для минимизации последствий необходимо производить прогнозирование массы утонувшего нефтепродукта в зависимости от объёма разлива [4 – 6].

Использование программного комплекса «PISCES 2» позволяет оценить потенциальные последствия нефтяного разлива на морских и речных акваториях и спланировать эффективные мероприятия по предотвращению и ликвидации разлива [7 – 9]. Описание эксперимента приведено в работах [10 – 12].

Результаты моделирования представлены в таблице 1 и на рис. 1 – 4.

Таблица 1

Количество утонувшей нефти в зависимости от объёма разлива

Количество н/п, т	Количество утонувшей нефти, т					
	0	1	2	3	4	5
10	0	0	0	1,1	4,4	8,6
2250	0	0	0,2	1,3	23,2	113
4500	0	0	0	0,3	48,9	209

На рис. 1 приведены графики зависимости массы утонувшей нефти от объёма разлива.

Анализ графиков на рис. 1 показывает, что объём разлива нефтепродукта существенно влияет на количество утонувшей нефти. Из рис. 1 видно, что с увеличением объёма разлива, возрастает масса утонувшей нефти [13 – 15].

На рис. 2 представлен график зависимости массы утонувшей нефти для максимального эксплуатационного разлива 10т.

Для графика были построены следующие аппроксимирующие кривые:

- Линейная: $y = 1,6371x - 1,7429$; $R^2 = 0,764$;
- Полиномиальная: $y = 0,0722x^3 + 0,069x^2 - 0,427x + 0,0762$; $R^2 = 0,9963$.

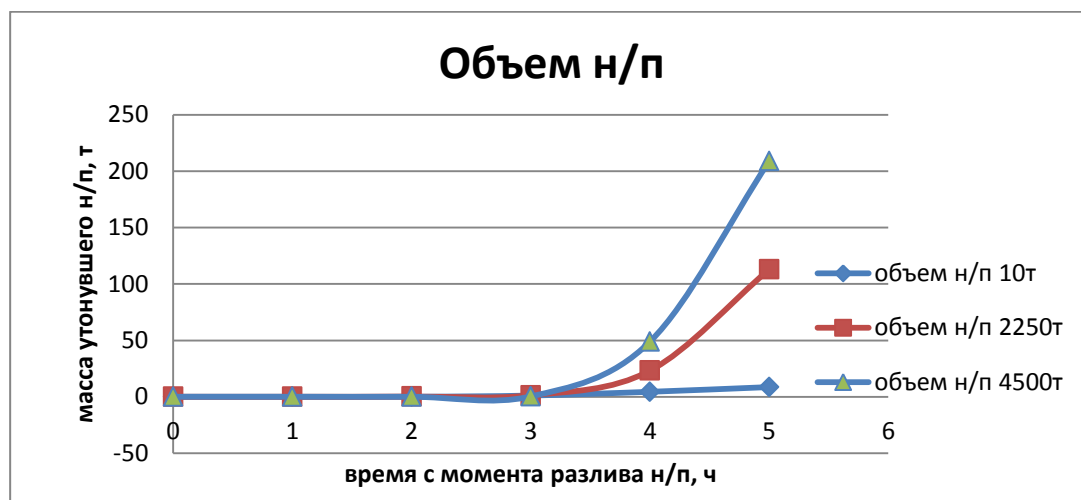


Рисунок 1 – График зависимости массы утонувшего н/п от объема н/п

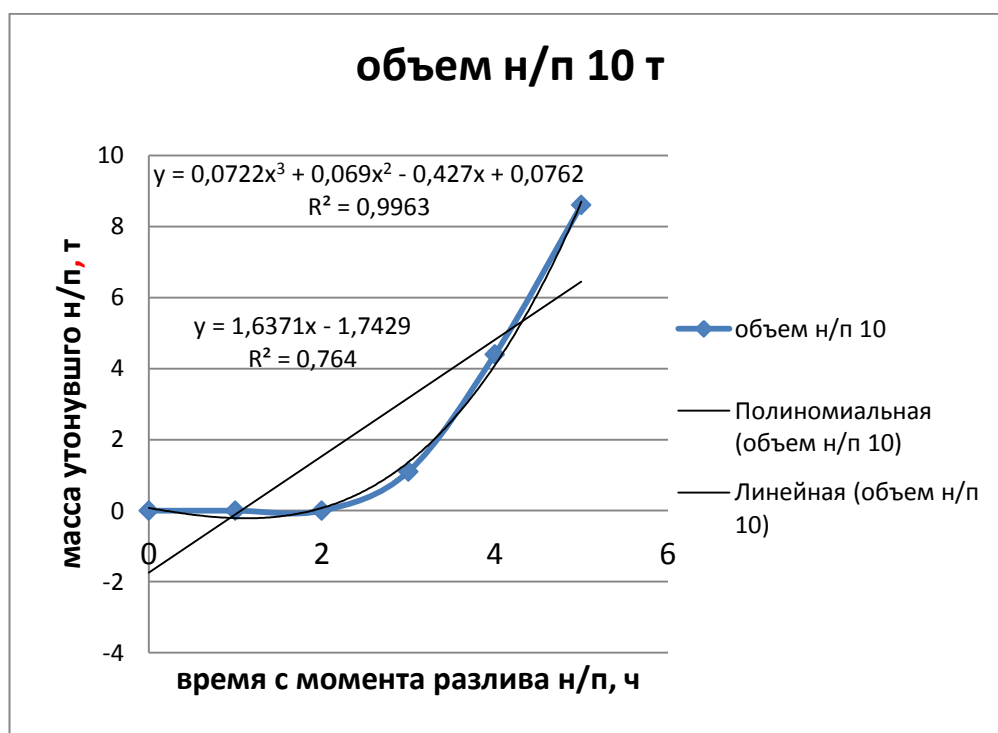


Рисунок 2 – График зависимости массы утонувшей нефти для разлива 10т

В результате анализа R^2 построенных кривых был сделан вывод о том, что полиномиальная кривая $R^2 = 0,9963$, наиболее полным образом описывает экспериментальные данные зависимости массы утонувшей нефти от объема разлива нефти для массы разлива 10т [14 – 16].

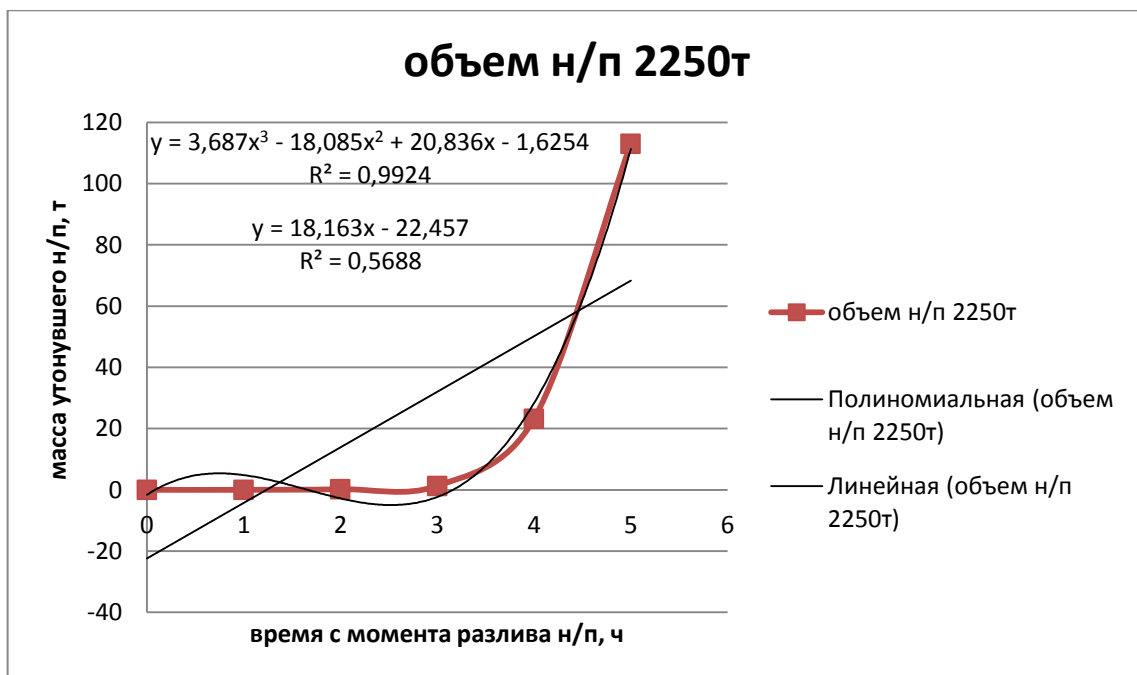


Рисунок 3 – График зависимости массы утонувшей нефти для разлива 2250т

Для графика на рис. 3 были построены аппроксимирующие кривые:

- Линейная: $y = 18,163x - 22,457$; $R^2 = 0,5688$;
- Полиномиальная: $y = 3,687x^3 - 18,085x^2 + 20,836x - 1,6254$; $R^2 = 0,9924$.

В результате анализа коэффициентов детерминации построенных на рис. 3 кривых был сделан вывод о том, что полиномиальная кривая $R^2 = 0,9924$, наиболее полным образом описывает экспериментальные данные зависимости массы утонувшей нефти от объема разлива нефти для объема разлива 2250т.



Рисунок 4 – График зависимости массы утонувшей нефти для разлива 4500т

Для графика на рис. 4 были построены аппроксимирующие кривые:

- Линейная: $y = 34,057x - 42,11$; $R^2 = 0,6659$;
- Полиномиальная: $y = 6,4954x^3 - 30,949x^2 + 34,213x - 2,3754$; $R^2 = 0,9958$.

В результате анализа коэффициентов детерминации построенных на рис. 4 кривых был сделан вывод о том, что полиномиальная кривая $R^2 = 0,9958$, наиболее полным образом

описывает экспериментальные данные зависимости массы утонувшей нефти от объема разлива нефти для объема разлива 4500т.

В ходе выполненных исследований построены уравнения связи между объемом разлива, установлена форма связи и получены оценки достоверности аппроксимации, показывающие близость связи к функциональной зависимости.

Список литературы:

1. 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: 10.05.2023).

2. Сравнительная динамика изменения качества дистиллированной и природной воды при длительном контакте с некоторыми судовыми конструкционными материалами / Н.Ш. Ляпина, И.Б. Мясникова, А.А. Иконников, А.Н. Бородин. – Текст: электронный // Вестник Волжской государственной академии водного транспорта. – 2005. – № 12. – С. 171-176. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=18411334> (дата обращения: 10.05.2023)

3. Reshnyak, V. Evaluating environmental hazards of the potential sources of accidental spills / V. Reshnyak, O. Domnina, A. Plastinin. - 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: 10.05.2023)

4. Определение участков концентрации транспортных происшествий с участием судов в Республике Татарстан / Е.А. Батанина, А.Н. Бородин, О. Л. Домнина, А. Е. Пластинин. – Текст: электронный // Морские интеллектуальные технологии. – 2020. – № 4-1 (50). – С. 161-168. – URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=44517000> (дата обращения: 10.05.2023) doi: 10.37220/MIT.2020.50.4.022

5. Решняк В., Домнина О., Пластинин А. Организация очистки нефтесодержащих вод при эксплуатации судов внутреннего плавания. В сборнике: Международный научный Сибирский транспортный форум «Транссибирь - 2021». Том 2. Сер. «Конспект лекций по сетям и системам» 2022. С. 659-667. https://doi.org/10.1007/978-3-030-96383-5_73

6. 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>.

7. 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: 10.05.2023)

8. Павликова М.Д., Бородин А.Н., Пластинин А.Е. Оценка качества воды реки Волги в районе Подновского рейда нефтеналивных судов по азотосодержащим соединениям. Научные проблемы водного транспорта. 2022. № 73. С. 266-275. DOI: 10.37890/jwt.vi73.303.

9. 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.



10. Оценка рисков возникновения и последствий разливов нефти в бассейне Карского моря / А.Е. Пластинин, О.Л. Домнина, В.С. Наумов [и др.]. – Нижний Новгород: Волжский государственный университет водного транспорта, 2020. – 220 с. – ISBN 978-5-901722-72-5. – Текст: непосредственный.

11. Головацкая Л.И., Бородин А.Н., Пластинин А.Е. Оценка площади нефтяного загрязнения при разливах газового конденсата в Каспийском море, Морские интеллектуальные технологии. 2023. № 2 часть 1, С. 315—319. DOI: 10.37220/МІТ.2023.60.2.039

12. Наумов В., Пластинин А., Каленков А., Родина Н. Прогнозирование подводного движения дизельного топлива в случае затопления судна. В сборнике: Международный научный Сибирский транспортный форум ТранСибирь - 2021. Швейцария, 2022. С. 1086-1094. https://doi.org/10.1007/978-3-030-96380-4_119.

13. Дони́на А.Н., Пластинин А.Е., Бородин А.Н., Каленков А.Н. Защита устьевых участков малых рек от разливов нефти с судов. В сборнике: Транспорт. Горизонты развития. Труды 1-го Международного научно-промышленного форума. Нижний Новгород, 2021. С. 43.

14. Наумов В.С., Бородин А.Н., Шматкова Е.Ю., Шавло В.В. Оценка воздействия разливов нефти на экологически чувствительные районы в Камском бассейне. В сборнике: Проблемы экологии Волжского бассейна. Труды 4-й всероссийской научной конференции. 2019. С. 19.

15. Кочеткова М.Ю., Архипов Д.Е., Бородин А.Н., Пластинин А.Е. Снижение экологической нагрузки на водном транспорте за счет применения фандоматов. В сборнике: Проблемы безопасности на транспорте. Материалы XII Международной научно-практической конференции, посвященной 160-летию Белорусской железной дороги. В 2-х частях. Под общей редакцией Ю.И. Кулаженко. Гомель, 2022. С. 258-259.

16. Шагалова О.А., Бородин А.Н., Казанцев А.Ю., Шапошников А.Д. Ликвидация нефтяного загрязнения в морском порту Зарубино. В сборнике: Транспорт. Горизонты развития. Труды 2-го Международного научно-промышленного форума. Нижний Новгород, 2022. С. 66.

THE EFFECT OF THE SPILL VOLUME ON THE MASS OF DROWNED OIL

Natalia S. Rodina, Andrey E. Plastinin, Alexander N. Kalenkov, Anton P. Baldenkov

Abstract. In this paper, the issues of forecasting the relationship between the volume of the spill and the mass of the drowned oil product during oil spills on water bodies were considered. The hazard assessment was made for the sources based on the construction of dependencies between the volume of the spill and the mass of the drowned oil product.

Keywords: environmental pollution, environmental safety, oil spill, forecasting, water bodies, assessment of the impact of the spill volume, the mass of drowned oil.

