

УДК 504.45.054: 665.6

Каленков Александр Николаевич¹, к.т.н., доцент кафедры Охраны окружающей среды и производственной безопасности

e-mail: kaf_oospb@vsuwt.ru

Пластинин Андрей Евгеньевич¹, д.т.н., доцент, профессор кафедры Охраны окружающей среды и производственной безопасности

e-mail: plastininae@yandex.ru

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

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ РАЗЛИВОВ НЕФТИ НА РЕКЕ АМУР

Аннотация. Рассматриваются вопросы прогнозирования разливов нефти на реке Амур при осуществлении перевозок грузов водным транспортом. Выполнен расчет параметров разлива и построена траекторная модель в системе PISCES 2. Результаты, полученные в данной работе, могут быть полезными для многих организаций, занимающихся операциями по ликвидации разливов нефти, и способствовать эффективной координации между соответствующими ведомствами.

Ключевые слова: река Амур, прогнозирование, разлив нефти, охрана окружающей среды, траекторная модель.

Река Амур является одним из важнейших транспортных районов судоходства на Дальнем востоке, играющим важную роль в обеспечении перевозок грузов и пассажиров в исследуемом регионе [1 – 3]. Река Амур отличается большим разнообразием природных экосистем, в т.ч. по видам, весьма уязвимым в случае разлива нефти (рис. 1). Таким образом, для своевременного принятия мер имеет большое значение получение полной оценки последствий разлива нефти в этом регионе. Цель этого исследования заключается в прогнозировании разлива нефти и будущих аварий, которые могут произойти на реке Амур. Для исследования была построена траекторная модель (см. рис. 1), основанная на широко используемой модели распространения нефти, разработанной Фэм [4]. В процессе распространения по Фэю различают три фазы, каждая из которых является важным действием распространения и / или замедления. Первая фаза – это гравитационно-инерционное растекание, которое длится всего несколько минут, за исключением крупных разливов. Третья фаза, поверхностно - вязкостная, возникающая при растекании, когда пятно может быть рассеяно или разбито на отдельные пятна. Обычно при моделировании учитывают в основном вторую фазу, известную как гравитационно-вязкое растекание. Программы моделирования разливов делят пятно на отдельные лагранжевы элементы, которые индивидуально переносятся силой ветра, поверхностным течением, гравитационно-вязкими силами Фэя и случайной турбулентностью. По предложению Альстрома (1975) расчет параметров нефтяного пятна зависит от гравитационного ускорения, начального объема разлива, относительной плотности нефти и воды, кинематической вязкости воды и времени после разлива [4].

В данной работе выполнено моделирование разлива нефти с дислокацией источника на реке Амур в городе Благовещенск с объемом разлива 1750 тонн дизельного топлива в межень при скорости течения 5,5 км/ч и южном ветре 5 м/с [4 – 6].

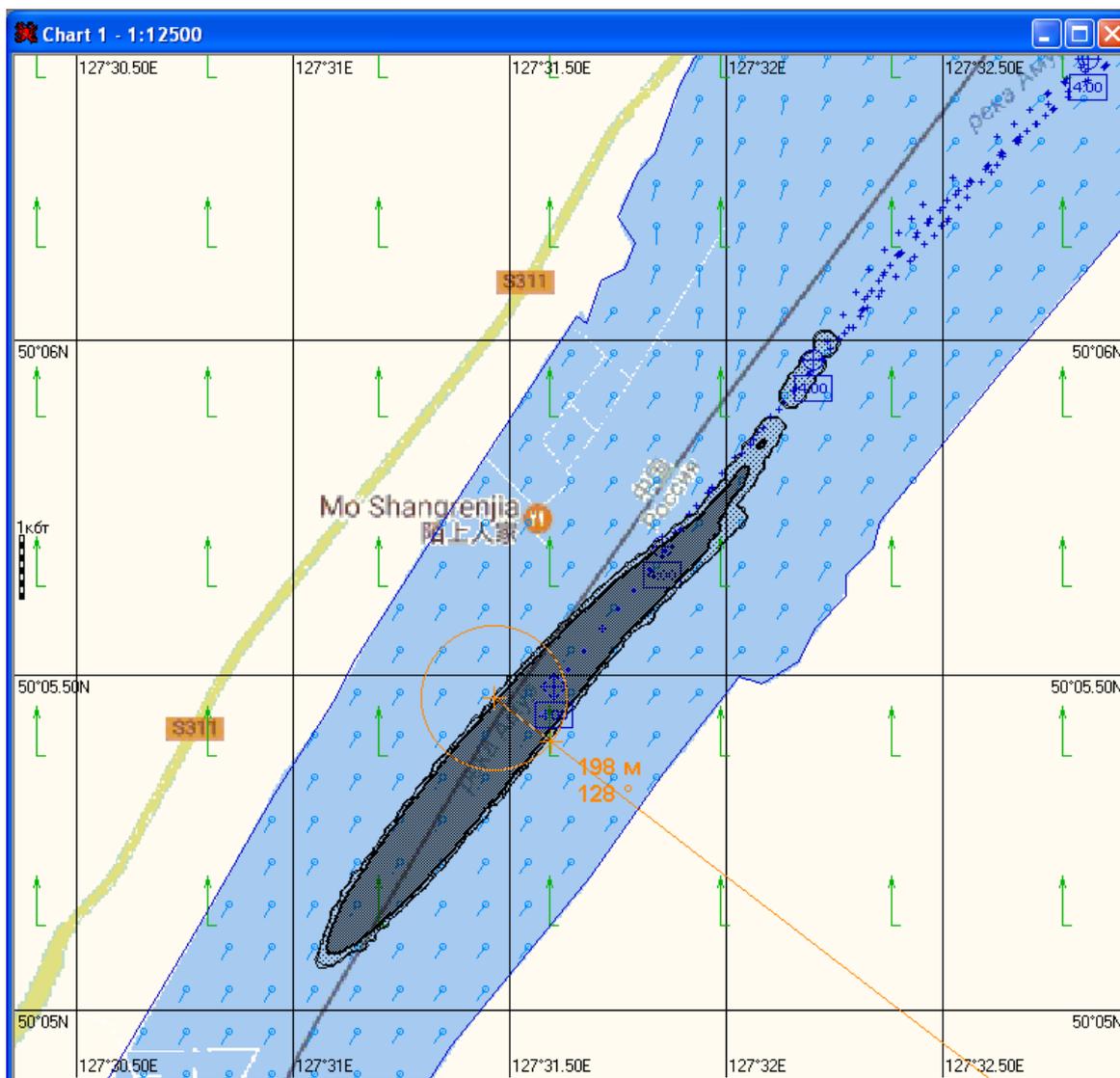


Рисунок 1 - Карта ЧС (Н) на четыре часа с момента разлива

Результаты расчётов параметров разлива в системе PISCES 2 [7 – 9] приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Результаты расчётов параметров разлива в системе PISCES 2

Параметр	Ч + 2 часа	Ч + 3 часа	Ч + 4 часа
Количество диспергированной нефти, т	9,7	17	22,8
Длина пятна, м	4100	2900	2300
Ширина пятна, м	200	227	198
Загрязненный берег, м	5432	5432	5432
Площадь пятна, м ²	537331	562730	312106
Количество нефти на плаву, т	1683	1671	1661

Количество испарившейся нефти, т	5,6	10,8	14,8
Количество нефти на берегу, т	51,7	51,7	51,7

Результаты, полученные в данной работе, могут быть полезными для многих организаций, занимающихся операциями по ликвидации разливов нефти, охраной окружающей среды и способствовать эффективной координации между соответствующими учреждениями [10 – 12].

Список литературы:

1. Проблемы экономической безопасности: новые глобальные вызовы и тенденции / Л. М. Анохин, Н. В. Анохина, О. Г. Аркадьева [и др.]; Министерство науки и высшего образования Российской Федерации; Южно-Уральский государственный университет; Кафедра «Экономическая безопасность». – Челябинск: Южно-Уральский государственный университет (национальный исследовательский университет), 2021. – 715 с. – ISBN 978-5-696-05206-9. – Текст: непосредственный.
2. Моделирование разливов нефти в Южной Корее / А. Е. Пластинин, М. А. Сенникова, В. А. Кокурин, А. С. Филькина. – 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. 45. - URL: https://www.elibrary.ru/download/elibrary_48326079_72951333.pdf (дата обращения: 22.04.2022).
3. Проблемы экономической безопасности: новые решения в условиях ключевых трендов экономического развития / М. Стуль, Ш. А. Смагулова, А. Е. Ермуханбетова [и др.]; Министерство науки и высшего образования Российской Федерации; Южно-Уральский государственный университет, Кафедра «Экономическая безопасность». – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2020. – 461 с. – ISBN 978-5-696-05149-9. – Текст: непосредственный.
4. 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: 11.02.2022).
5. 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: 27.04.2022).
6. Оценка параметров области всплытия нефти из подводных источников / Е.А. Батанина, А. Е. Пластинин, А.Н. Каленков, Н.И. Волкова. – 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. 2. - URL: http://вф-река-море.рф/ЕСО/2019/PDF_ЕСО/есо01.pdf (дата обращения: 20.04.2022).
7. Защита устьевых участков малых рек от разливов нефти с судов / А. Н. Донина, А. Е. Пластинин, 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. 43. – URL: https://www.elibrary.ru/download/elibrary_48326077_95624368.pdf (дата обращения: 27.04.2022).

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: 10.05.2022).

9. Бородин, А. Н. Совершенствование тренажерной подготовки по ликвидации разливов нефти при эксплуатации судов на внутренних водных путях / А. Н. Бородин. – Текст: электронный // Наука и устойчивое развитие общества. Наследие В.И. Вернадского. – 2009. – № 9. – С. 259-260. – URL: https://www.elibrary.ru/download/elibrary_21213237_42203347.pdf (дата обращения: 05.05.2022).

10. 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: 11.02.2022).

11. Сравнительная динамика изменения качества дистиллированной и природной воды при длительном контакте с некоторыми судовыми конструкционными материалами / Н.Ш. Ляпина, И.Б. Мясникава, 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: 12.05.2022).

12. Применение программного комплекса flowvision для моделирования процесса всплывания нефтяного загрязнения от подводных источников / А. Е. Пластинин, А.Н. Каленков, Д.А. Солдатов, В.С. Ращупкина. – Текст: электронный // Великие реки-2019: Труды 21-го международного научно-промышленного форума, 2019. – С. 7. - URL: http://вф-река-море.рф/2019/PDF/1_7.pdf (дата обращения: 20.04.2022).

OIL SPILL FORECASTING ON THE AMUR RIVER

Aleksandr N. Kalenkov, Andrey E. Plastinin

Abstract. The issues of forecasting oil spills on the Amur River during the transportation of goods by water transport are considered. The spill parameters were calculated and a trajectory model was built in the PISCES 2 system. The results obtained in this work can be useful for many organizations involved in oil spill response operations and contribute to effective coordination between the relevant departments.

Keywords: Amur river, forecasting, oil spill, environmental protection, trajectory model.