

УДК 502.51(282.247.41):504.5:656.6:665.6

**Головацкая Леся Ивановна**<sup>1</sup>, профессор кафедры «Математические и естественно-научные дисциплины»

e-mail: lesy\_g@mail.ru

**Бородин Алексей Николаевич**<sup>2</sup>, доцент кафедры охраны окружающей среды и производственной безопасности

e-mail: expertrisk@yandex.ru

**Пластинин Андрей Евгеньевич**<sup>2</sup>, профессор кафедры охраны окружающей среды и производственной безопасности

e-mail: plastininae@yandex.ru

<sup>1</sup> Каспийский институт морского и речного транспорта им. ген.-адм. Ф.М.Апраксина – филиал Волжского государственного университета водного транспорта, г. Астрахань, Россия.

<sup>2</sup> Волжский государственный университет водного транспорта, г. Нижний Новгород, Россия.

### ПРОГНОЗИРОВАНИЕ НЕФТЯНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПРИ РАЗЛИВАХ ГАЗОВОГО КОНДЕНСАТА В КАСПИЙСКОМ МОРЕ

*Аннотация.* В данной работе рассматривались вопросы прогнозирования нефтяного загрязнения при разливах газового конденсата в Каспийском море. Оценка опасности произведена для источников опасности на основе построения ситуационных математических моделей распространения загрязняющих веществ в водной среде.

*Ключевые слова:* загрязнение окружающей среды, экологическая безопасность, разлив газового конденсата, прогнозирование, Каспийское море, ситуационная математическая модель.

При эксплуатации судов, перевозящих газовый конденсат, для оценки опасности выполняется построение ситуационных математических моделей распространения загрязняющих веществ в водной среде [1 – 3]. Для минимизации последствий необходимо производить прогнозирование площадей нефтяного загрязнения в зависимости от объёма разлива [4 – 6] (рис. 1 и 2).

Среди научных публикаций, посвящённых прогнозированию разливов газового конденсата, прежде всего, следует выделить исследование [3], в котором впервые проанализированы изменения в соотношениях гопана в частицах сажи, и результаты демонстрируют правомерность использования соотношений гопана для идентификации конденсатных частиц сажи. Диагностические отношения 2-MP/1-MP, 9/4-MP/1-MP, InP/(InP+BghiP) также показывают неплохие результаты при идентификации источника после процессов испарения и сгорания конденсата.

Целью работы является прогнозирование нефтяного загрязнения при разливах газового конденсата в Каспийском море.

В качестве примера рассмотрена авария судна в западном секторе Каспийского моря, выполнено построение ситуационных математических моделей распространения загрязняющих веществ в водной среде в системе PISCES на основе модели Лагранжа (см. рис. 1 и 2) [7 – 9].

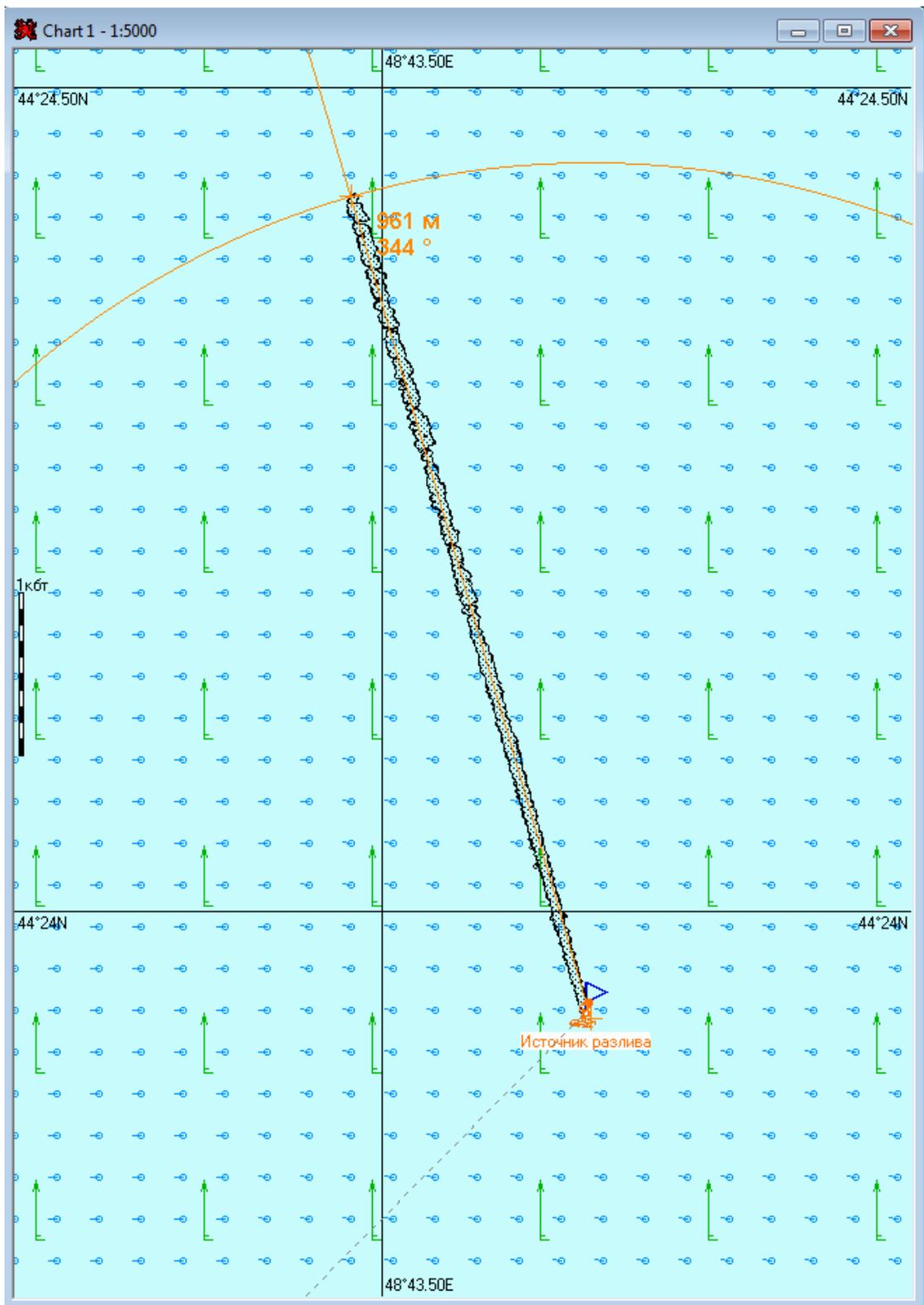


Рисунок 1 – Карта чрезвычайной ситуации при южном направлении ветра на 1 час с момента разлива

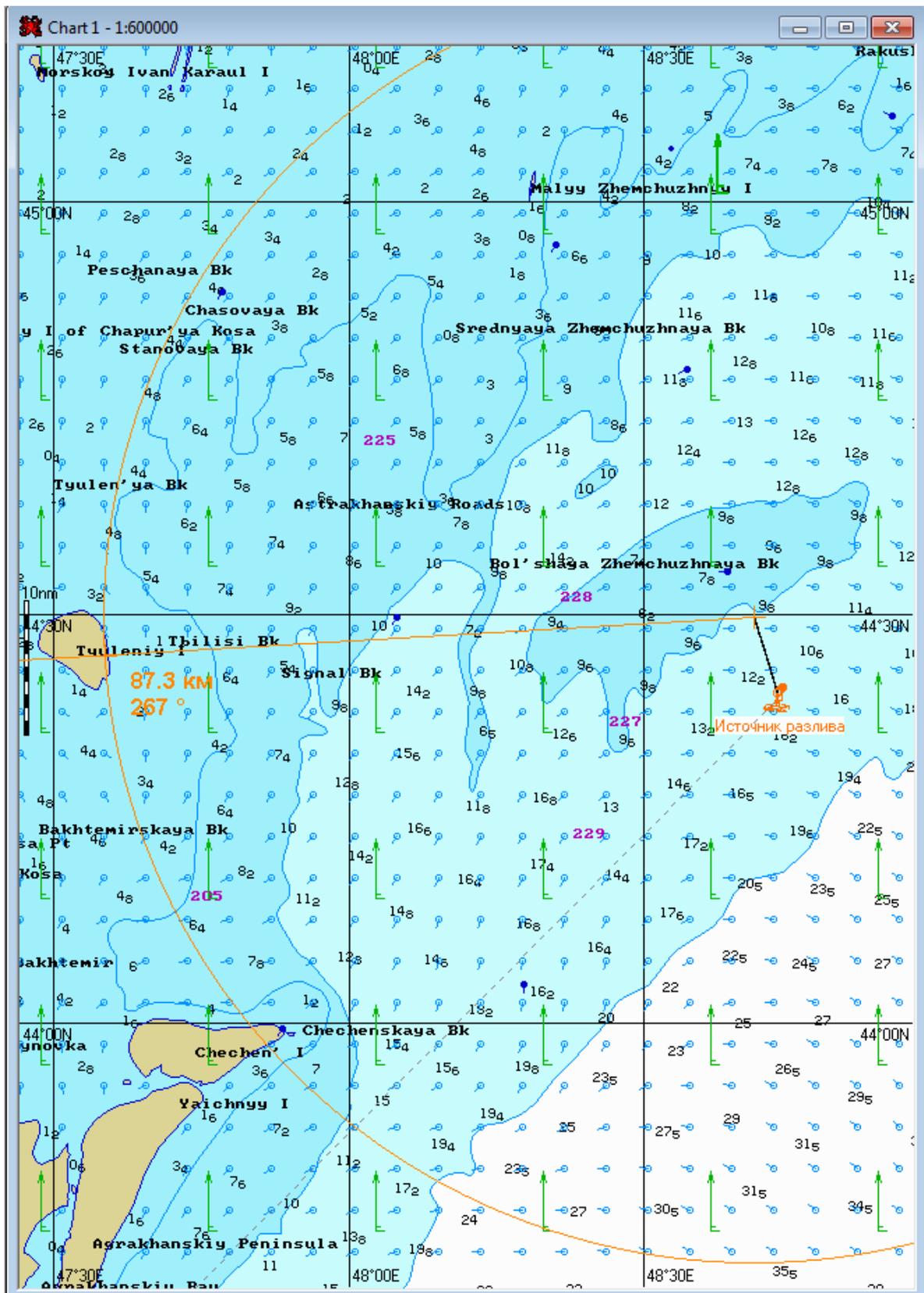


Рисунок 2 – Дистанция до берега при южном направлении ветра на 24 часа с момента разлива

При южном направлении ветра расстояние между источником разлива и пятном на 1 час с момента разлива составило 0,961 км; дистанция до берега через сутки после разлива не превышает 87,3 км.

Анализ полученных данных показывает, что программный комплекс «PISCES 2» позволяет моделировать процессы распространения газового конденсата на основе различных параметров, таких как скорость ветра, направление течений, температура воздуха и воды, а также характеристики самой нефти - ее плотность, вязкость, температура вспышки и т.д. [10 – 12].

### Список литературы:

1. 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
2. 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/MIT.2023.60.2.039.
3. F. Yin, Z. Song, Z. He, B. Qin, G.F. John, L. Zhang, P. Su, W. Zhang, T. Yang. Chemical fingerprinting and characterization of spilled oils and burnt soot particles – A case study on the Sanchi oil tanker collision in the East China Sea // Science of The Total Environment. – Volume 824. – 2022, 153896, <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.153896>.
4. 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](https://www.elibrary.ru/download/elibrary_44631516_19167764.pdf) (дата обращения: 10.05.2023).
5. 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)
6. 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)
7. 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.
8. 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>.
9. 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](http://вф-река-море.рф/2021/PDF/4_5.pdf) (дата обращения: 10.05.2023)



10. 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.

11. 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.

12. Доница 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.

## **FORECASTING OF OIL POLLUTION DURING GAS CONDENSATE SPILLS IN THE CASPIAN SEA**

Lesya I. Golovatskaya, Alexey N. Borodin, Andrey E. Plastinin

*Abstract.* In this paper, the issues of forecasting oil pollution during gas condensate spills in the Caspian Sea were considered. The hazard assessment was carried out for hazard sources based on the construction of simulation mathematical models of the spread of pollutants in the aquatic environment.

*Keywords:* environmental pollution, environmental safety, gas condensate spill, forecasting, Caspian Sea, situational mathematical model.

