

АНАЛИЗ РИСКА РАЗЛИВА НЕФТИ И НЕФТЕПРОДУКТОВ ПРИ МОРСКОЙ ТРАНСПОРТИРОВКЕ

Суховаров А.А., Барков К.В.

*Балтийский федеральный университет имени Иммануила Канта,
Калининград, Россия*

Ключевые слова: нефть, нефтепродукты, загрязнение морской среды, разливы нефти, аварии на море, технический риск, управление рисками.

Аннотация. Развитие нефтегазового комплекса за последние полтора столетия привело к значительному увеличению нагрузки на гидросферу. Чрезвычайные ситуации при добыче нефти на шельфе, повреждения танкеров и разливы нефти, прорывы морских нефтепроводов, разливы углеводородов с судов – все это негативно влияет на экологию морей и океанов, нарушает насыщение воды кислородом, отравляет биоту сложными органическими соединениями. В представленном аналитическом обзоре рассматриваются причины подобных чрезвычайных ситуаций, в частности, анализируются факторы, приводящие к разливам нефти с судов, оценивается риск их реализации и негативное воздействие на гидросферу. Рассматриваются вопросы управления этим риском и снижения негативных последствий для окружающей среды.

ANALYSIS OF THE RISK OF OIL AND OIL PRODUCTS SPILL DURING SEA TRANSPORTATION

Sukhoverov A.A., Barkov K.V.

Immanuel Kant Baltic Federal University, Kaliningrad, Russia

Keywords: oil, petroleum products, marine pollution, oil spills, accidents at sea, technical risk, risk management.

Abstract. The development of the oil and gas complex in the last century and a half has led to a significantly increased load on the hydrosphere. Emergencies during oil production on the shelf, damage to tankers and oil spills, breakthroughs of offshore oil pipelines, hydrocarbon spills from ships – all this negatively affects the ecology of the seas and oceans, disrupts the saturation of water with oxygen, poisons the biota with complex organic compounds. The presented analytical review examines the causes of such emergencies, in particular, analyzes the factors leading to oil spills from ships, assesses the risk of their implementation and negative impact on the hydrosphere. The issues of managing this risk and reducing negative environmental consequences are considered.

В наше время наряду с достижениями технического прогресса появляется всё больше негативных факторов, влияющих на окружающую среду. Так, повсеместно регистрируется исчезновение некоторых видов животных, растений, нарушение природных комплексов, угнетение экосистемы и ухудшение качества воды и почвы [1]. Одним из наиболее пагубно влияющих на биоту факторов является нефтяная промышленность. Обычно при процессе добычи нефти в работе используются колоссальное количество производственных сооружений. Значительная часть таких сооружений могут негативно сказываться на окружающей среде, так как являются потенциальными источниками разлива нефти [2]. Со временем

разливов нефти становится всё больше. Это обуславливается постоянно повышающимся спросом на нефть и продуктов её переработки. Под понятие разливов нефти попадает сброс нефтепродуктов:

- на почву (грунт);
- на поверхность воды, прибрежную зону рек и других водоемов.

Как правило, любой разлив нефти влечёт за собой непоправимые последствия. Ежегодно, только в России выбросы нефти достигают отметки в 18-20 млн тонн, что является 7% от добычи [3].

Одна из наиболее пагубных проблем для планеты это разливы нефти при перевозке по морю. Ежегодно в воды мирового океана попадает до 1,83 млн. тонн нефтепродуктов, в процентном соотношении их источники делятся следующим образом (рис. 1).



Рис. 1. Источники поступления углеводородов в мировой океан

После попадания нефти в океан, там образуется плёнка, которая лишает кислорода морских обитателей, нарушает обмен теплом, энергией, газами, влагой между океаном и атмосферой [4].

Наиболее серьёзной опасности подвергаются водоемы вследствие крушения танкеров. Однако частые нарушения сливо-наливных операций, протечки, посадки судов на мели и иные причины несут не меньший вред. Если локально объем пролития нефти и нефтепродуктов при подобных событиях может быть и незначителен, то частота таких случаев – довольно велика, что может их ставить вровень по объемам нефтезагрязнения гидросферы с крупными авариями танкеров (табл. 1).

Табл. 1. Данные об инцидентах с разливами нефти в море (2000-2022 гг.)

Число инцидентов	до 7 тонн	от 7 до 700 тонн	от 700 тонн
Погрузка/разгрузка	2817	329	32
Повреждение корпуса	573	88	43
Бункеровка	548	26	-
Посадка на мель	232	214	117
Столкновение	167	283	95

На основании представленных статистических данных сформируем диаграмму тяжести последствий причин пролива нефти в мировой океан (рис. 2). Очевидно, что наиболее высокими являются риски, связанные с посадкой судов на мель, столкновением в море и в ходе загрузки/выгрузки [5]. Все это свидетельствует о несовершенстве применяемых технологий по бункеровке танкеров нефтью и нефтепродуктами, по ведению танкеров по маршруту [6].

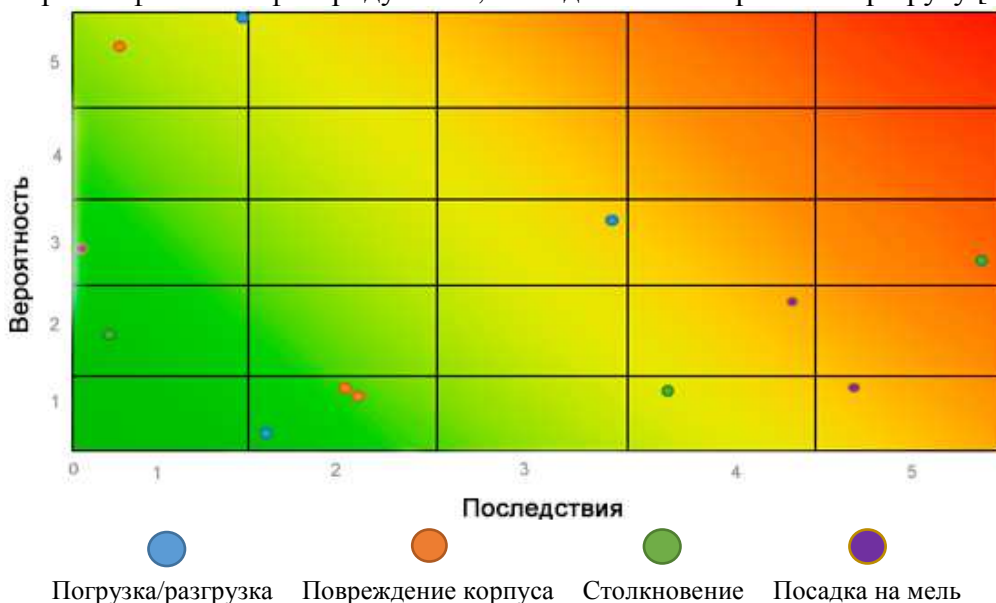


Рис. 2. Оценка тяжести последствий пролива нефти в мировой океан с танкеров

Более глубокую оценку причин реализации подобных рисков возможно получить, используя анализ ФТА или древовидную диаграмму. Проведем подобный анализ по наиболее часто встречающимся и тяжелым рисковым событиям (зафиксированным в матрице тяжести последствий) (рис. 3).

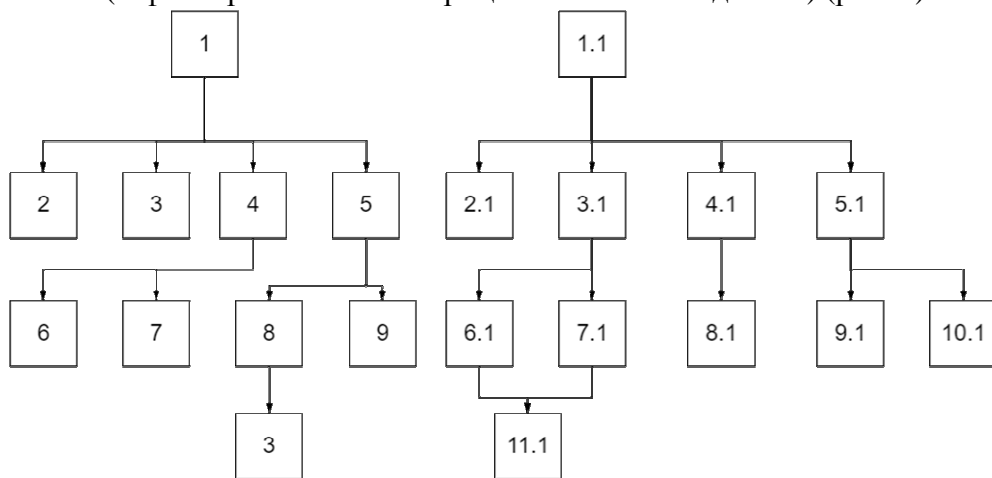


Рис. 3. ФТА анализ причины разливов нефти при погрузке/выгрузке (1) и посадке на мель (1.1) в ходе транспортировки углеводородов морским танкером

На рисунке 3 обозначено: 1 – погрузка/выгрузка; 2 – погодные условия; 3 – человеческий фактор; 4 – нехватка оборудования для безопасной погрузки/разгрузки; 5 – нарушение правил безопасности; 6 – непредвиденные поломки; 7 – несогласование графика обслуживания оборудования; 8 – невыполнение указаний; 9 – отсутствие контроля за выполнением правил безопасности; 1.1 – посадка на мель; 2.1 – погодные условия; 3.1 – некорректное планирование маршрута; 4.1 – технические проблемы; 5.1 – нарушение правил безопасности; 6.1 – качество карт; 7.1 – навигационная информация; 8.1 – неисправность оборудования для управления; 9.1 – квалификация экипажа; 10.1 – загруженность танкера; 11.1 – человеческий фактор.

Оценим каждое из исходных событий в дереве ФТА используя лепестковую диаграмму. Так для этого воспользуемся данными статистики на основе аварий и проливов нефти в танкерном флоте за 2000-2022 г (рис. 4).

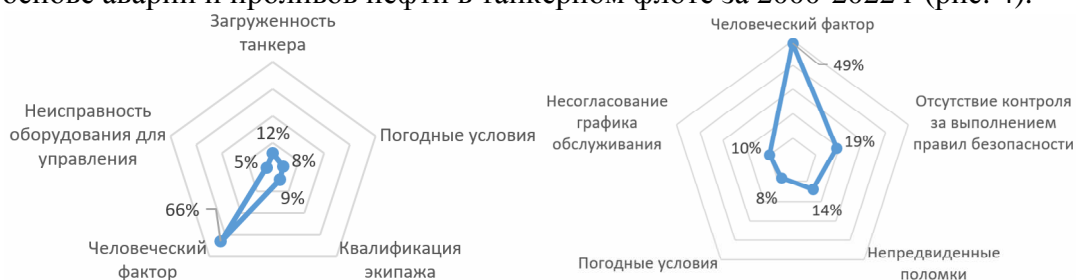


Рис. 4. Степень влияния факторов на частоту разливов нефти при погрузке/выгрузке (левый график) и при посадке на мель в ходе транспортировки углеводородов морскими танкерами (правый график)

Полученные результаты говорят о недостаточной развитости технических систем и рабочей среды для людей [7]. Аварии при погрузке/разгрузке и посадке на мель, возникающие проливы нефтепродуктов ведут не только к коммерческим потерям транспортных компаний, но и влекут серьезный экологический ущерб [8]. Несмотря на существующие спутниковые технологии зондирования земли и фиксации проливов нефти в мировой океан, несмотря на работу служб портов погрузки и разгрузки и комплексный экологический мониторинг гидросферы в развитых странах, до 50% от числа разливов нефти в море не увязываются с источниками, что серьезно затрудняет определение нарушителей и накладывание соответствующих штрафов [9].

Заключение

В результате, снижение числа аварий, связанных с проливом нефти в мировой океан по причине погрузки /разгрузки и посадки на мель может быть достигнуто путем усовершенствования технического оборудования и введения улучшенного контроля соблюдения техники безопасности [10]. При этом важными звеньями в сокращении подобных рискованных событий являются повышение квалификации экипажа и их условий труда. Вместе с этим на

государственном и международном уровне необходимо разработать и принять нормативную документацию, регулирующую контроль по соблюдению техники безопасности и улучшению рабочей среды, а также осуществлять более скоординированные и комплексные мероприятия направленные на поддержание экологической безопасности.

Список литературы

1. Карев В.И. Разливы нефти в море, оценка и пути снижения рисков // Астраханский вестник экологического образования. – 2003. – № 1(5). – С. 51-54.
2. Zatsepa S.N., Ivchenko A.A., Solbakov V.V. SPILLMOD - a CFD model for information support of marine oil spill response // Journal of Oceanological Research. 2022, vol. 50, no. 2, pp. 72-105. DOI: 10.29006/1564-2291.JOR-2022.50(2).4.
3. Короткин Г.А., Монахов П.А. Аварийные разливы нефти на суше и в море. Сходства и отличия // Технологии гражданской безопасности. – 2019. – Т. 16, № 4(62). – С. 42-48. – DOI: 10.54234/CST.19968493.2019.16.4.62.8.42.
4. Щербань П.С., Мазур Е.В., Костыгов И.Д. Особенности эксплуатации и развития морской нефтегазовой инфраструктуры Калининградской области // Техно-технологические проблемы сервиса. – 2021. – № 3(57). – С. 8-13.
5. Akhmetov R.R., Krainov S.A. Oil spills from offshore drilling and development: causes and effects on plants and animals // European science. 2017, no. 8(30), pp. 16-21.
6. Иванов А.Ю., Терлеева Н.В., Ивонин Д.В., Кучейко А.А. Поведение и мониторинг разливов нефти в водах арктических морей (на примере Баренцева моря) // Защита окружающей среды в нефтегазовом комплексе. – 2015. – № 5. – С. 5-15.
7. Щербань П.С., Кершенбаум В.Я. К вопросу об управлении риском при процессе сооружения подводных нефтепроводов в акватории Балтийского моря // Проблемы экономики и управления нефтегазовым комплексом. – 2013. – № 12. – С. 42-44.
8. Поварова Л.В. Влияние нефтяных загрязнений на окружающую среду и определение методов борьбы с ними // Вестник студенческой науки кафедры информационных систем и программирования. – 2019. – № 1(7). – С. 40-73.
9. Владимиров В.А., Дубнов П.Ю. Аварийные и другие несанкционированные разливы нефти // Стратегия гражданской защиты: проблемы и исследования. – 2013. – Т. 3, № 1(4). – С. 365-382.
10. Кершенбаум В.Я., Щербань П.С. Комплексный подход к использованию методов менеджмента риска для управления качеством процесса сооружения подводных нефтепроводов // Управление качеством в нефтегазовом комплексе. – 2013. – №4. – С. 7-10.

References

1. Karev V.I. Oil spills in the sea, assessment and ways to reduce risks // Astrakhan Bulletin of Environmental Education. 2003, no. 1(5), pp. 51-54.
2. Zatsepa S.N., Ivchenko A.A., Solbakov V.V. SPILLMOD - a CFD model for information support of marine oil spill response // Journal of Oceanological Research. 2022, vol. 50, no. 2, pp. 72-105. DOI: 10.29006/1564-2291.JOR-2022.50(2).4.

3. Korotkin G.A., Monakhov P.A. Emergency oil spills on land and at sea. Similarities and differences // Technologies of civil security. 2019, vol. 16, no. 4(62), pp. 42-48. DOI: 10.54234/CST.19968493.2019.16.4.62.8.42.
4. Shcherban P.S., Mazur E.V., Kostygov I.D. Features of operation and development of the offshore oil and gas infrastructure of the Kaliningrad region // Technical and technological problems of service. 2021, no. 3(57), pp. 8-13.
5. Akhmetov R.R., Krainov S.A. Oil spills from offshore drilling and development: causes and effects on plants and animals // European science. 2017, no. 8(30), pp. 16-21.
6. Ivanov A.Yu., Terleeva N.V., Ivonin D.V., Kuceyko A.A. Behavior and monitoring of oil spills in the waters of the Arctic seas (on the example of the Barents Sea) // Environmental protection in the oil and gas complex. 2015, no. 5, pp. 5-15.
7. Shcherban P.S., Kershenbaum V.Ya. On the issue of risk management during the construction of underwater oil pipelines in the Baltic Sea // Problems of economics and management of the oil and gas complex. 2013, no. 12, pp. 42-44.
8. Povarova L.V. The impact of oil pollution on the environment and the definition of methods to combat them // Bulletin of Student Science of the Department of Information Systems and Programming. 2019, no. 1(7), pp. 40-73.
9. Vladimirov V.A., Dubnov P.Yu. Emergency and other unauthorized oil spills // Civil protection strategy: problems and research. 2013, vol. 3, no. 1(4), pp. 365-382.
10. Kershenbaum V.Ya., Shcherban P.S. An integrated approach to the use of risk management methods for quality management of the process of construction of underwater oil pipelines // Quality management in the oil and gas complex. 2013, no. 4, pp. 7-10.

Суховеров Алексей Александрович – магистрант	Sukhoverov Alexey Alexandrovich – master's student
Барков Константин Валерьевич – магистрант	Barkov Konstantin Valerievich – master's student
suhoveroff2010@yandex.ru	

Received 09.04.2023