

УДК 004.942

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ ОЦЕНКИ ВРЕДА АТМОСФЕРЕ ПРИ УГЛЕВОДОРОДНЫХ РАЗЛИВАХ

Головацкая Леся Ивановна¹, начальник отдела научных исследований и цифровизации
e-mail: lesy_g@mail.ru

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

Аннотация. Разливы углеводородов представляют собой серьезную экологическую проблему, способствующую загрязнению атмосферы и ухудшению состояния окружающей среды. Настоящая работа посвящена разработке программного обеспечения, предназначенного для оценки вреда атмосферному воздуху вследствие разливов нефти и нефтепродуктов. Разработанное программное обеспечение позволяет оперативно проводить расчеты выбросов загрязняющих веществ в атмосферу, оценивать степень загрязнения воздуха и разрабатывать меры по минимизации последствий аварийных ситуаций.

Ключевые слова: углеводородные разливы, оценка вреда атмосфере, программное обеспечение, мониторинг окружающей среды, экологический риск.

DEVELOPMENT OF SOFTWARE FOR ASSESSMENT OF ATMOSPHERIC DAMAGE CAUSED BY HYDROCARBON SPILLS

Lesya I. Golovatskaya¹, Head of the Department of Scientific Research and Digitalization
e-mail: lesy_g@mail.ru

¹ Caspian Institute of Sea and River Transport named after Gen.-Adm. F. M. Apraksin is a branch of Volga State University of Water Transport, Astrakhan, Russia

Abstract. Hydrocarbon spills are a serious environmental problem contributing to atmospheric pollution and environmental degradation. This work is devoted to the development of software designed to assess the damage to atmospheric air due to oil and petroleum product spills. The developed software makes it possible to quickly calculate emissions of pollutants into the atmosphere, assess the degree of air pollution and develop measures to minimize the consequences of emergency situations.

Keywords: hydrocarbon spills, assessment of atmospheric damage, software, environmental monitoring, environmental risk.

Нефтяная промышленность является одной из ключевых отраслей экономики многих стран мира, включая Россию. Однако добыча, транспортировка и переработка нефти

сопровожаются риском возникновения аварийных ситуаций, приводящих к выбросам вредных веществ в окружающую среду [1]. Одним из наиболее опасных видов загрязнений являются углеводородные разливы, оказывающие негативное воздействие на атмосферу, гидросферу и биосферу региона [2-3].

Оценка ущерба от подобных происшествий представляет особую важность, поскольку требует оперативного анализа ситуации и принятия эффективных мер реагирования. Современные методы расчета и моделирования позволяют существенно повысить точность оценок уровня загрязнения и разработать оптимальные стратегии предотвращения экологической катастрофы [4-5].

Цель данной работы — создание специализированного программного комплекса, позволяющего автоматизировать процесс оценки воздействия углеводородных разливов на состояние атмосферы и определить меры снижения негативных последствий.

Был выполнен систематизированный аналитический обзор научной литературы и нормативно-правовых актов, регламентирующих процедуры оценки экологических рисков и экономического ущерба, вызванных авариями в нефтегазовом секторе [6]. Изучались соответствующие законодательные положения и международные нормы, направленные на защиту окружающей среды и обеспечение промышленной безопасности.

Далее проводились детальное физическое и математическое моделирование механизмов распространения углеводородов в различных природных средах [7]. Основное внимание было сосредоточено на изучении динамики процесса испарения углеводородов, образования воздушных аэрозольных взвесей и закономерностях переноса загрязняющих элементов.

Также разработан программный комплекс, структура которого предусматривает наличие модулей для сбора входных данных, автоматизированных расчётов концентраций загрязняющих веществ, графического представления итогов вычислений и составления соответствующих отчётных материалов [8]. Процесс проектирования реализован с использованием современных инструментальных сред разработки, таких как Python, JavaScript и СУБД ACCESS.

Проверка точности предложенной методики осуществлялась посредством сопоставления расчётных показателей с фактическими значениями, полученными в ходе полевых испытаний и документально зафиксированными случаями масштабных разливов нефти.

Разработан программный комплекс, состоящий из следующих основных функциональных блоков:

- модуль организации ввода и предварительной обработки начальных данных, включая сведения о координатах места происшествия, характеристиках разлива и текущих метеоусловиях;
- алгоритмы количественной оценки темпов испарения углеводородов, определения концентрационных полей загрязняющих агентов в воздушной среде и выявления областей потенциального экологического риска;
- компонент интерактивной визуализации распределённых карт опасностей и динамических изменений состояния воздушного бассейна территории поражения;
- подсистема выработки научно обоснованных предложений относительно действий по устранению негативных последствий чрезвычайной ситуации и профилактике повторных нарушений.

Предложенный программный продукт прошёл успешную апробацию на ряде гипотетических аварийных сценариев, подтвердив свою эффективность и надёжность. Экспериментальные данные свидетельствуют о высокой степени соответствия расчётных моделей фактическим результатам, демонстрируя готовность системы к практическому применению в целях экологического контроля и защиты окружающей среды.



Полученный программный продукт обладает существенным прикладным потенциалом для структур государственного надзора, обеспечивающих соблюдение норм экологической безопасности и промышленной дисциплины. Использование данного инструмента обеспечит оперативное выявление критически значимых территорий, подверженных повышенному риску, и позволит эффективно минимизировать отрицательные последствия техногенных катастроф, обусловленных утечкой нефтяных продуктов.

Помимо непосредственных практических приложений, проведенная работа также обогащает существующую теоретико-методологическую базу эколого-экономических исследований, способствуя дальнейшему совершенствованию подходов к объективной оценке рисков производственной деятельности человека.

Представленная работа подтверждает целесообразность и необходимость интеграции информационно-аналитических инструментов в процессы управления экологическими рисками, возникающими в результате добычи, переработки и транспортировки углеводородов. Реализованный программный комплекс способен обеспечивать быстрое и точное определение масштаба угрозы окружающей среде, помогая оперативно формировать адекватные мероприятия по снижению негативного воздействия и ликвидации последствий аварийных ситуаций.

Подтвержденная экспериментальным путём высокая точность предлагаемого метода открывает широкие перспективы дальнейшего научного поиска и технического совершенствования. Среди приоритетных направлений дальнейших исследований можно выделить разработку новых функций и расширяющих возможностей программного продукта, адаптированных к разнообразию условий эксплуатации, включая региональные особенности климата и ландшафта, специфику типов сырья и уровень технической оснащённости предприятий.

Очевидно, что интеграция подобного класса решений способна внести значительный вклад в развитие научных основ промышленного менеджмента, ориентированного на достижение устойчивого равновесия между экономической эффективностью и защитой окружающей среды. Предложенное решение также служит примером успешной адаптации современных информационных технологий для повышения эффективности экологического мониторинга и регулирования хозяйственной деятельности, связанной с высоким уровнем потенциальных угроз природе и обществу.

Список литературы:

1. Разливы и отходы газового конденсата и метанола / В. Башкин, Р. Галиулин, Р. Галиулина // Деловой журнал Neftegaz.RU. – 2013. – № 6(18). – С. 74-77.
2. Этнологическая экспертиза последствий аварийного загрязнения окружающей среды / И. М. Потравный // Экология. Экономика. Информатика. Серия: Системный анализ и моделирование экономических и экологических систем. – 2020. – Т. 1, № 5. – С. 282-286.
3. Ликвидация чрезвычайных ситуаций, связанных с авариями на магистральном нефтепроводе / Л. Р. Шарифуллина // Химические и материаловедческие аспекты техносферной безопасности: Сборник трудов XXXIII Международной научно-практической конференции, Химки, 01 марта 2023 года. – Химки: Академия гражданской защиты Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий имени генерал-лейтенанта Д.И. Михайлика, 2023. – С. 123-128.
4. Применение искусственного интеллекта в предотвращении и минимизации сбросов нефтесодержащих вод с судов / А. Ю. Казанцев // Каспийский научный журнал. – 2024. – № 1(2). – С. 9-20.



5. Реализация метода формирования комплексной оценки предпочтения выбора компонентов фильтра балластных вод на основе положений нечеткого логического вывода / Л. И. Головацкая, А. А. Сорокин, А. Н. Цыгута [и др.] // Морские интеллектуальные технологии. – 2024. – № 4-2(66). – С. 147-158.

6. Анализ нормативного обеспечения по организации и управлению природоохранной деятельностью при предотвращении загрязнения окружающей среды от разливов нефти и нефтепродуктов / Л. И. Головацкая // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. – 2024. – Т. 13, № 4(68). – С. 210-216.

7. Молекулярное моделирование при поиске антидотов к сероводороду для предупреждения последствий разливов газового конденсата / Л. И. Головацкая // Безопасность труда в промышленности. – 2024. – № 11. – С. 29-36. – DOI 10.24000/0409-2961-2024-11-29-36.

8. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2024668171 Российская Федерация. Информационно-аналитическая поддержка мероприятий по предупреждению и ликвидации разливов нефти и нефтепродуктов. Оценка размеров вреда от загрязнения атмосферного воздуха: № 2024667902: заявл. 05.08.2024; опубл. 05.08.2024 / Л. И. Головацкая, А. Е. Пластинин, А. Н. Бородин [и др.]; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Волжский государственный университет водного транспорта".

