

УДК 004.051

**ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПОСЛЕДСТВИЙ ПРИ ЗАТОПЛЕНИИ
ТАНКЕРА В БАЛТИЙСКОМ МОРЕ****Родина Н. С.¹**

Научный руководитель: **Пластинин А. Е.²**, доктор технических наук, профессор кафедры охраны окружающей среды и производственной безопасности

¹Муниципальное предприятие Сергачского муниципального округа «Водоканал», Сергач, Россия

²Волжский государственный университет водного транспорта

Статья **поступила** 17.12.2024, **принята** к публикации 25.12.2024. Опубликована онлайн.

Аннотация. В работе представлены результаты применения цифровых технологий для оценки экологических последствий при затоплении танкера в Балтийском море, сопровождающегося разливом нефти. Актуальность работы обусловлена высоким уровнем риска возникновения и последствий разливов нефти и нефтепродуктов. Целью работы является прогнозирование загрязнения береговой черты, как самой уязвимой

компоненты природной среды. Для этого выполнено воспроизведение поля течений, погодных условий и моделирование затонувшего танкера в виде точечного источника загрязнения. В работе произведена оценка размеров вреда береговой черте.

Ключевые слова: разливы нефти, Балтийское море, затопление танкера, математическое моделирование, охрана окружающей среды, оценка экологических последствий

Информация о спонсорстве: исследование выполнено за счет средств Волжского государственного университета водного транспорта.

Благодарности: автор выражает благодарность ректору Волжского государственного университета водного транспорта Игорю Константиновичу Кузьмичеву за предоставление программного обеспечения и научному руководителю Андрею Евгеньевичу Пластинину за помощь в подготовке публикации.

**FORECASTING THE ENVIRONMENTAL CONSEQUENCES OF TANKER FLOODING IN
THE BALTIC SEA****Rodina N. S.¹**

Scientific supervisor: **Plastinin A. E.²**, Doctor of Technical Sciences, Professor at the Department of Environmental Protection and Industrial Safety

¹Municipal enterprise of Sergachsky municipal district "Vodokanal", Russia, Sergach

²Volga State University of Water Transport, Nizhny Novgorod, Russia

Abstract. The paper presents the results of the use of digital technologies to assess the environmental consequences of tanker flooding in the Baltic Sea, accompanied by an oil spill. The relevance of the work is due to the high risk of occurrence and consequences of oil and petroleum product spills. The aim of the work is to predict pollution of the coastline as the most vulnerable component of the natural environment. For this purpose, a reproduction of the

field of currents, weather conditions and modeling of a sunken tanker in the form of a point source of pollution was performed. The paper estimates the extent of damage to the coastline.

Keywords: oil spills, Baltic Sea, tanker sinking, mathematical modeling, environmental protection, environmental impact assessment

Введение

В настоящее время предупреждение и ликвидация разливов нефти на водных объектах является приоритетным направлением в вопросах снижения негативного воздействия нефтепродуктов на компоненты окружающей среды, что подтверждается публикационной активностью [1-3]. Например, в [4] приведено описание воздействия нефтяного загрязнения на биоразнообразие водного объекта, а также рассмотрены методы очистки водного объекта от разливов нефти.

Для расчета сил и средств локализации и ликвидации разливов нефти в ледовых условиях в [5] разработана регрессионная модель подводного движения нефтяного загрязнения при всплытии под лед.

Автор проведенных исследований [6] изучил вопрос воздействия разливов нефти от речных судов на окружающую среду. Рассмотрел процессы, происходящие внутри нефтяного загрязнения, а также взаимодействие нефтяного пятна с водным объектом. В результате своей работы автор получил уравнения площади и начальной координаты области загрязнения дна водоема, а также привел методику оценки ущерба биоресурсам дна водного объекта в речных условиях.

Площадь распространения загрязнения нефтепродуктами в водном объекте зависит от вида груза, характеристик водоема и условий окружающей среды, и может быть значительной, что приводит к необходимости прогнозирования и разработки защитных мероприятий.

Большинство работ, которые были проанализированы в процессе изучения вопроса, посвящены разливам нефти на водной поверхности, а вопросу оценки воздействия разливов нефти от затонувших судов уделено мало внимания, поэтому исследования в данной области являются актуальными.

Целью работы является прогнозирование загрязнения береговой черты, как самой уязвимой компоненты природной среды, с применением цифровых технологий для оценки экологических последствий при затоплении танкера в Балтийском море.

Основные задачи:

- сбор и обработка исходных данных для прогнозирования разливов нефти в Балтийском море;
- воспроизведение поля течений, погодных условий и моделирование затонувшего танкера в виде точечного источника загрязнения;
- оценка размеров вреда береговой черте.

Материалы и методы

Моделирование разливов нефтепродуктов выполнялось в системе PISCES 2. Значимость этого программного продукта подтверждается увеличением количества работ в данной области. Авторы статьи [7] представили метод оптимального распределения средств ликвидации разливов нефти на примере Польской зоны Балтийского моря.

На основании проведенных модельных сценариев в PISCES II было получено оптимальное размещение средств реагирования для локализации и ликвидации разливов нефти. Разработанный авторами алгоритм позволяет произвести расчет наилучшего возможного размещения средств для борьбы с разливами нефти при наименьших затратах. Авторы исследования [8] на примере определили пользу от применения симуляторов разливов нефти при подготовке и проведения командно-штабных учений по ликвидации разливов нефти. По данным PISCES-II люди, которым поручено вмешательство в кризисных ситуациях, изучали вопросы поведения разливов нефти на водных объектах с целью оперативного реагирования, а также локализации и ликвидации нефтяных загрязнений. В [9] производится компьютерное моделирование в PISCES-II аварии, произошедшей у северного входа в Стамбульском проливе в 1994 году для изучения и

рассмотрения уровня готовности средств для ликвидации разливов нефти в настоящее время.

В качестве исходных данных для прогнозирования в Балтийском море выступали информационные ресурсы PISCES 2 о массе разлива, типе нефтепродукта, полям течений, погодным условиям. Оценка характеристик негативного воздействия [10-12] производилась в соответствии с методикой исчисления размеров вреда Минприроды РФ 2010г.

Результаты и обсуждение

В данной работе выполнено прогнозирование с применением цифровых технологий для оценки экологических последствий при затоплении танкера в Балтийском море [13-15], которое сопровождалось разливом сырой нефти массой 1500 т. Источник разлива расположен в зоне Куршской косы [16 – 18] (рис. 1-8). Направление ветра западное. Сила ветра 15 м/с.

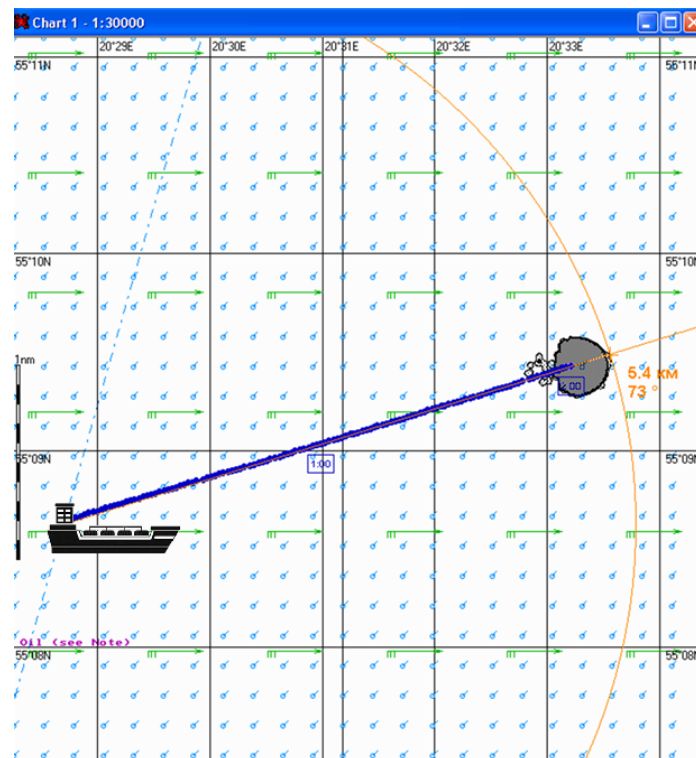


Рис. 1. Карта загрязнения на 2 часа с момента аварии с демонстрацией расстояния от источника разлива до дальней кромки нефтяного пятна

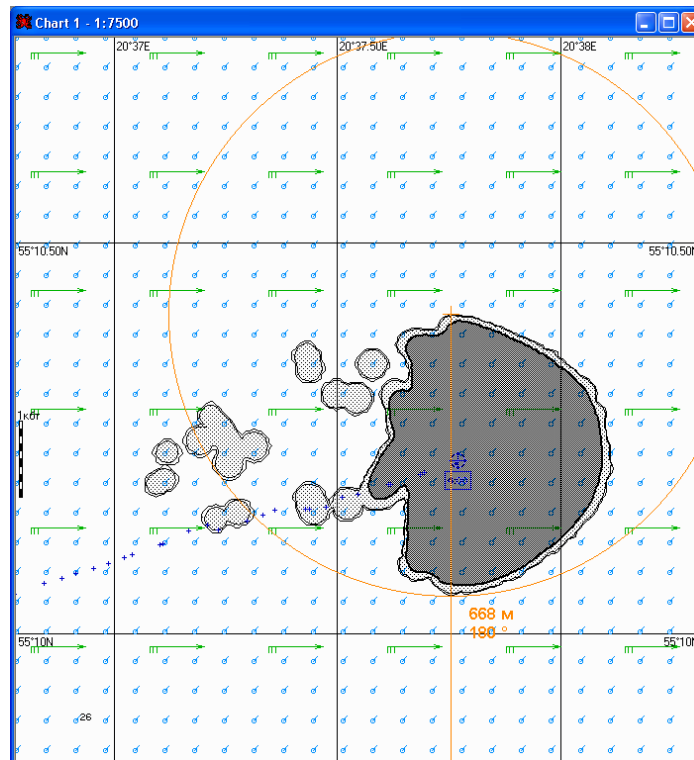


Рис. 2. Карта загрязнения на 4 часа с момента аварии с демонстрацией конфигурации нефтяного пятна



Рис. 3. Карта загрязнения на 4 часа с момента аварии с демонстрацией дистанции до берега

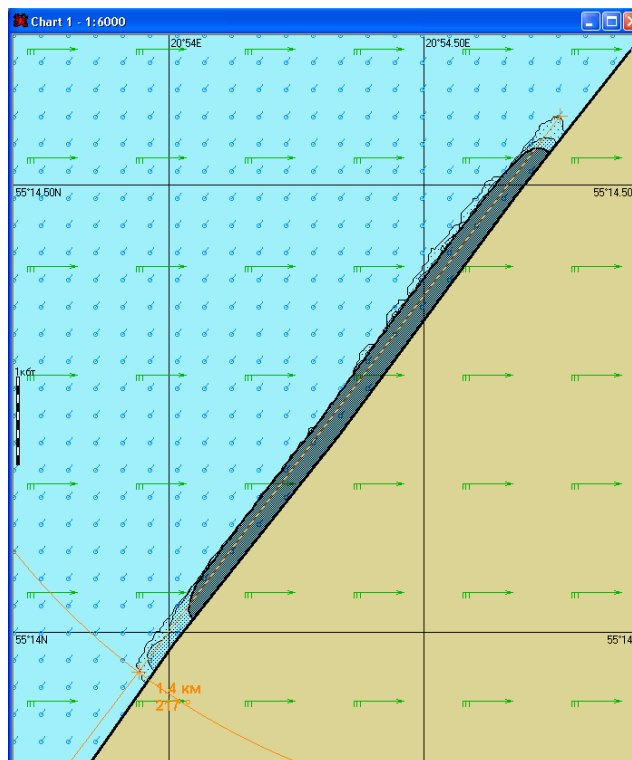


Рис. 4. Карта загрязнения на 12 часов с момента аварии с демонстрацией конфигурации нефтяного пятна



Рис. 5. Карта загрязнения на 24 часа с момента аварии с демонстрацией расстояния от источника разлива до дальней кромки нефтяного пятна

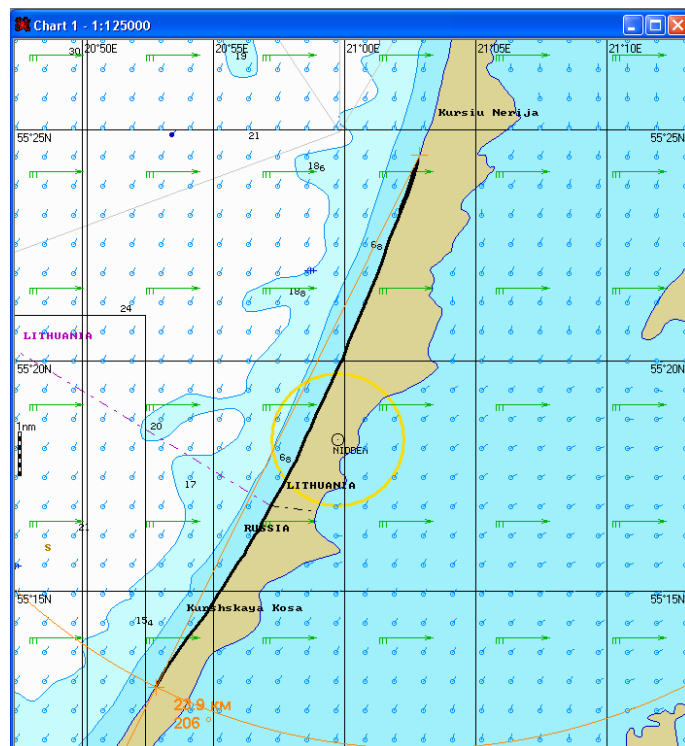


Рис. 6. Карта загрязнения на 24 часа с момента аварии с демонстрацией загрязненного берега



Рис. 7. Карта загрязнения на 48 часа с момента аварии с демонстрацией расстояния от источника разлива до дальней кромки нефтяного пятна

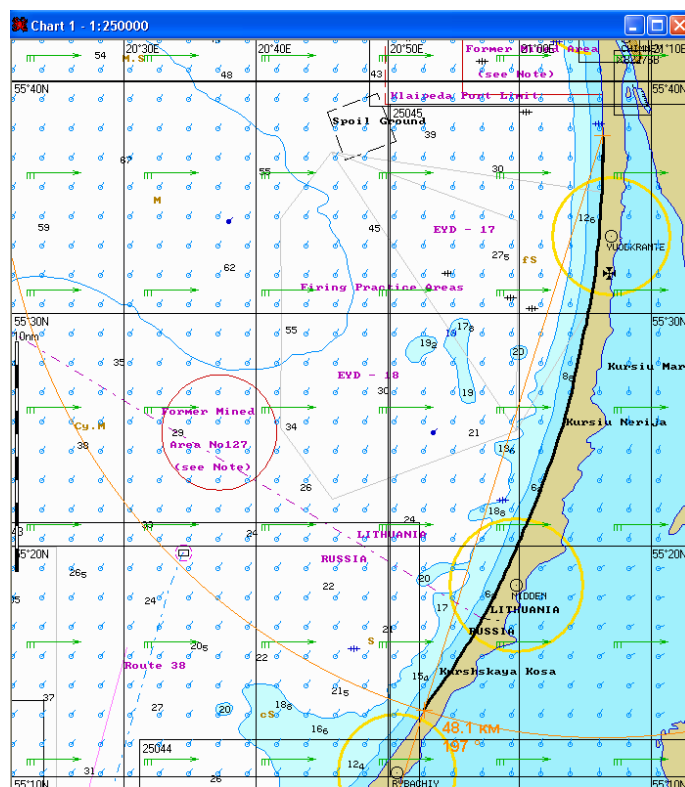


Рис. 8. Карта загрязнения на 48 часов с момента аварии с демонстрацией загрязненного берега

Через 2 часа с момента аварии расстояние от источника разлива до дальней кромки нефтяного пятна составило 5,4 км (см. рис. 1). Анализ конфигурации нефтяного пятна [19 – 21] на 4 часа с момента аварии, показал, что размер пятна равен 668 м (см. рис. 2), а дистанция до берега составляет 9,4 км (см. рис. 3).

Разлив достиг берега [22 – 24] через 11 часов с момента аварии и спустя один час длина загрязненного берега превысила 1400 м (см. рис. 4).

На 24 часа с момента аварии расстояние от источника разлива до дальней кромки нефтяного пятна составило 46,5 км (см. рис. 5), длина загрязненного берега превысила 23,9 км (см. рис. 6).

На 48 часов с момента аварии расстояние от источника разлива до дальней кромки нефтяного пятна превысило 67 км (см. рис. 7), длина загрязненного берега равна 48,652 км (см. рис. 8).

Оценка характеристики негативного воздействия производится в соответствии с

методикой исчисления размеров вреда Минприроды РФ 2010г. С учетом загрязнения [25 – 27] заповедника Куршская коса нефтепродуктами массой 486,449 т и площади загрязнения 243260 кв. м прогнозируемый [28] размер вреда составил 311,36996 млн. руб.

ВЫВОДЫ

В работе выполнено прогнозирование в системе PISCES 2 экологических последствий при затоплении танкера в Балтийском море, сопровождающегося разливом нефти.

В результате прогнозирования установлены характеристики негативного воздействия в виде размера вреда, количества нефтепродуктов на берегу, размеров пятна и протяженности загрязнённой береговой полосы, построены соответствующие карты загрязнения.

Полученные данные будут применены при разработке метода оптимального распределения средств ликвидации разливов нефти в российской зоне Балтийского моря.

На основании модельных значений будет получено оптимальное размещение средств реагирования для локализации и ликвидации разливов нефти. Разработанный сценарий позволяет произвести расчет наилучшего возможного размещения средств для борьбы с разливами нефти при наименьших затратах при подготовке и проведении командно-штабных учений.

На данном примере специалисты, которым поручено вмешательство в кризисных ситуациях, могут изучать вопросы поведения разливов нефти на водных объектах с целью оперативного реагирования, а также локализации и ликвидации нефтяных загрязнений, рассматривать уровни готовности средств для ликвидации разливов нефти в настоящее время.

Список литературы

1. Predicting the Underwater Movement of Diesel Fuel in the Event of a Ship Sinking / V. Naumov, A. Plastinin, A. Kalenkov, N. Rodina // International Scientific Siberian Transport Forum TransSiberia — 2021. Ser. «Lecture Notes in Networks and Systems». Switzerland, 2022. Vol. 402-1. P. 1086–1094. DOI: 10.1007/978-3-030-96380-4_119.
2. Reshnyak V., Domnina O., Plastinin A. Evaluating environmental hazards of the potential sources of accidental spills // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2021. Vol. 867. Iss. 1. DOI: 10.1088/1755-1315/867/1/012046.
3. Прогнозирование разливов нефти с судов в Оленекском заливе / А.Е. Пластинин, А.Н. Каленков // Научные проблемы водного транспорта. – 2023. – №75. – С. 217–228. DOI 10.37890/jwt.vi75.379.
4. Коршунова, Т. Ю. Нефтяное загрязнение водной среды: особенности, влияние на различные объекты гидросферы, основные методы очистки / Т. Ю. Коршунова, О. Н. Логинов // Экобиотех. – 2019. – Т. 2, № 2. – С. 157–174. – DOI 10.31163/2618-964X-2019-2-2-157-174. – EDN BZTFLM.
5. Наумов, В.С. Моделирование всплытия нефти от подводных источников в ледовых условиях / В.С. Наумов, А.Е. Пластинин, А.Н. Каленков, Н.С. Отделкин // Морские интеллектуальные технологии. – 2018. – № 4. С. 87–91.
6. Каленков, Александр Николаевич. Совершенствование оценки антропогенного воздействия на окружающую среду разливов нефти при эксплуатации речных судов : автореферат дис. ... кандидата технических наук : 03.02.08 / Каленков Александр Николаевич; [Место защиты: Волж. гос. акад. вод. трансп.]. - Нижний Новгород, 2011. - 20 с.
7. Łazuga, K. M/t «Baltic Carrier» accident. The reconstruction of oil spill with PISCES II simulator application / K Łazuga, L Gucma, M Perkovic // Scientific Journals Maritime University of Szczecin. – 2013. – 36(108) z 1/ – pp. 110–115.
8. Perkovic, M. Oil spill modeling and combat / M. Perkovic, A. Sitkov // Maritime industry, ocean engineering and coastal resources - proceedings of the 12th international congress of the international maritime association of the Mediterranean, IMAM. – 2007. – pp. 1161–1169.
9. Aşan, C. A case study on oil pollution in Istanbul Strait: Revisiting 1994 Nassia tanker accident by utilising Potential Incident Simulation Control and Evaluation System (PISCES-II) simulation. What would be different in terms of response if Nassia accident happened today? / C. Aşan, B. Özsoy, A. Şihmantepe, M. S. Solmaz. // Marine Pollution Bulletin. – 2020. – Volume 151. – p.110813.
10. Милютин М.Ю., Макарова Е.В., Иванова Ю.В., Меньков Н.В., Пластинина С.С. Раннее сосудистое старение у лиц, работающих в условиях воздействия промышленного аэрозоля // Медицина труда и промышленная экология. 2019. Т. 59. № 10. С. 855–859.

11. Прогнозирование разливов нефти с судов в Амурском бассейне / А.Н. Каленков, А.Е. Пластинин // Научные проблемы водного транспорта. – 2023. – №74. – С. 216-228. <https://doi.org/10.37890/jwt.vi74.3414>.
12. Казанцев А.Ю. Применение искусственного интеллекта в предотвращении и минимизации сбросов нефтесодержащих вод с судов. Каспийский научный журнал. 2024;2(1): стр. 9-20. EDN: IUINLU
13. Головацкая, Л.И. Оценка площади нефтяного загрязнения при разливах газового конденсата в Каспийском море / Л.И. Головацкая, А.Н. Бородин, А. Е. Пластинин // Морские интеллектуальные технологии. – 2023. – № 2-1(60). – С. 315-319. – DOI 10.37220/MT.2023.60.2.039. – EDN MEQVPB
14. Решняк, В.И. Проблема защиты от аварийного загрязнения при разливах нефти / В.И. Решняк, К.А. Казьмин // Международный научно-исследовательский журнал. – 2021. – № 5-2(107). – С. 47-51. – DOI 10.23670/IRJ.2021.107.5.043. – EDN SOSKIP
15. 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.
16. Этин, В. А. Классификация разливов нефти и нефтепродуктов по месту аварии на внутренних водных путях / В. А. Этин, С. В. Васькин // Нефтегазовое дело. – 2012. – Т. 10, № 1. – С. 94-99. – EDN NNRJUJ
17. Проблемы экономической безопасности: вызовы новой реальности / Е.В. Алексеева, В.В. Бехер, Т.А. Везубова [и др.]; Министерство науки и высшего образования Российской Федерации; Южно-Уральский государственный университет; Кафедра «Экономическая безопасность». – Челябинск: Южно-Уральский государственный университет (национальный исследовательский университет), 2023. – 732 с.
18. Решняк, В. И. Опыт организации и использования технических средств для ликвидации аварийных разливов нефти / В. И. Решняк // Вестник государственного университета морского и речного флота им. адмирала С.О. Макарова. – 2018. – Т. 10, № 2. – С. 287-299. – DOI 10.21821/2309-5180-2018-10-2-287-299. – EDN OSVVCX
19. Оценка воздействия разливов нефти на экологически чувствительные районы в Печорском бассейне / Е. Ю. Шматкова, А. Е. Пластинин, А. П. Балденков, А. Н. Бородин // 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. – EDN ROKDVF
20. 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 // Вестник Волжской государственной академии водного транспорта. – 2005. – № 12. – С. 171-176. – EDN PMXHAN
21. Предотвращение загрязнения окружающей среды при эксплуатации судов на Северном морском пути планированием работы ледокольного флота / О. М. Пинаева, А. Е. Пластинин, А. А. Разин, Е. А. Уварова // Проблемы экологии Волжского бассейна: Труды 4-й всероссийской научной конференции, Нижний Новгород, 30–31 октября 2019 года. Том Выпуск 2. – Нижний Новгород: Волжский государственный университет водного транспорта, 2019. – С. 21. – EDN LUVRBW

22. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2023683871 Российская Федерация. Информационно-аналитическая поддержка мероприятий по предупреждению и ликвидации разливов нефти и нефтепродуктов. Оценка размеров вреда водному объекту: № 2023683646: заявл. 10.11.2023: опубл. 10.11.2023 / Л. И. Головацкая, А. Е. Пластинин, А. Н. Бородин [и др.]; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Волжский государственный университет водного транспорта». – EDN IIZDX
23. Свидетельство о государственной регистрации базы данных № 2023623610 Российская Федерация. База данных по источникам разливов нефти и нефтепродуктов: № 2023623290: заявл. 11.10.2023: опубл. 24.10.2023 / Л.И. Головацкая, А.Е. Пластинин, А.Н. Бородин, А.С. Воробьева; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Волжский государственный университет водного транспорта». – EDN ITXKIK
24. Оценка рисков возникновения и последствий разливов нефти в бассейне Карского моря / А.Е. Пластинин, О.А. Домнина, В.С. Наумов [и др.]. – Нижний Новгород: Волжский государственный университет водного транспорта, 2020. – 220 с.
25. Прогнозирование нефтяного загрязнения при разливах газового конденсата в Каспийском море / Л. И. Головацкая, А. Н. Бородин, А. Е. Пластинин // Транспорт. Горизонты развития: Труды 3-го Международного научно-промышленного форума, Нижний Новгород, 14–16 июня 2023 года. – Нижний Новгород: Волжский государственный университет водного транспорта, 2023. – С. 48.
26. 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.

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

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

References

1. Predicting the Underwater Movement of Diesel Fuel in the Event of a Ship Sinking/ V. Naumov, A. Plastinin, A. Kalenkov, N. Rodina// International Scientific Siberian Transport Forum TransSiberia — 2021. Ser. «Lecture Notes in Networks and Systems». Switzerland, 2022. Vol. 402-1. P. 1086–1094. DOI: 10.1007/978-3-030-96380-4_119.
2. Reshnyak V., Domnina O., Plastinin A. Evaluating environmental hazards of the potential sources of accidental spills// IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2021. Vol. 867. Iss. 1. DOI: 10.1088/1755-1315/867/1/012046.
3. Prognozirovanie razlivov nefiti s sudov v Olenekskom zalive / A.E. Plastinin, A.N. Kalenkov // Nauchnye problemy vodnogo transporta. 2023. no75. pp. 217-228. DOI 10.37890/jwt.vi75.379.
4. Korshunova, T. Ju. Neftjanoe zagriznenie vodnoj sredy: osobennosti, vlijanie na razlichnye ob#ekty gidrosfery, osnovnye metody ochistki / T. Ju. Korshunova, O. N. Loginov // Jakobiotekh. – 2019. – Т. 2, № 2. – S. 157-174. – DOI 10.31163/2618-964X-2019-2-2-157-174. – EDN BZTFLM.

5. Naumov, V.S. Modelirovanie vsplytija nefti ot podvodnyh istochnikov v ledovyh uslovijah / V.S. Naumov, A.E. Plastinin, A.N. Kalenkov, N.S. Otdelkin // Morskie intellektual'nye tehnologii. – 2018. – № 4. S. 87-91.
6. Kalenkov, Aleksandr Nikolaevich. Sovershenstvovanie ocenki antropogennogo vozdejstvija na okruzhajushhiju sredu razlivov nefti pri jekspluatacii rechnyh sudov : avtoreferat dis. ... kandidata tehniceskikh nauk : 03.02.08 / Kalenkov Aleksandr Nikolaevich; [Mesto zashhity: Volzh. gos. akad. vod. transp.]. - Nizhnij Novgorod, 2011. - 20 p.
7. K Łazuga, L Gucma, M Perkovic M/t «Baltic Carrier» accident. The reconstruction of oil spill with PISCES II simulator application. Scientific Journals Maritime University of Szczecin. – 2013. – 36(108) z 1/ – pp. 110–115.
8. Perkovic, M. Oil spill modeling and combat / M. Perkovic, A. Sitkov // Maritime industry, ocean engineering and coastal resources - proceedings of the 12th international congress of the international maritime association of the Mediterranean, IMAM. – 2007. – p.p. 1161-1169.
9. . C. Aşan, B. Özsoy, A. Şihmantepe, M. S. Solmaz. A case study on oil pollution in Istanbul Strait: Revisiting 1994 Nassia tanker accident by utilising Potential Incident Simulation Control and Evaluation System (PISCES-II) simulation. What would be different in terms of response if Nassia accident happened today? Marine Pollution Bulletin. – 2020. – Volume 151. – p.110813.
10. Miliutina M.IU., Makarova E.V., Ivanova IU.V., Men'kov N.V., Plastinina S.S. Rannee sosudistoe starenie u lits, rabotaiushchikh v usloviakh vozdeistviia promyshlennogo aerezolia. Meditsina truda i promyshlennaia ekologiia. 2019. T. 59. no 10. p. 855-859.
11. Kalenkov A.N., Plastinin A.E. Prognozirovanie razlivov nefti s sudov v Amurskom basseine Nauchnye problemy vodnogo transporta. 2023. no74. pp. 216-228. DOI. 10.37890/jwt.vi74.3414.
12. Kazantsev A.Yu. Application of artificial intelligence in preventing and minimizing discharges of oily water from ships. Kaspijskij nauchnyj zhurnal. 2024;2(1): pp 9-20. (In Russ.)
13. L.I. Golovatskaia, A.N. Borodin, A. E. Plastinin Otsenka ploshchadi neftianogo zagriazneniia pri razlivakh gazovogo kondensata v Kaspiiskom more. Morskie intellektual'nye tehnologii. 2023. no 2-1(60). pp. 315-319. DOI 10.37220/MIT.2023.60.2.039. EDN MEQVPB
14. V.I. Reshnjak, K.A. Kaz'min Problema zashhity ot avariynogo zagriaznenija pri razlivah nefti. Mezhdunarodnyj nauchno-issledovatel'skij zhurnal. – 2021. – № 5-2(107). – S. 47-51. – DOI 10.23670/IRJ.2021.107.5.043. – EDN SOSKIP
15. L. M. Anokhin, N. V. Anokhina, O. G. Arkad'eva [i dr.] Problemy ekonomicheskoi bezopasnosti: novye global'nye vyzovy i tendentsii; Ministerstvo nauki i vysshego obrazovaniia Rossiiskoi Federatsii; IUzhno-Ural'skii gosudarstvennyi universitet; Kafedra «Ekonomicheskaiia bezopasnost'». CHeliabinsk: IUzhno-Ural'skii gosudarstvennyi universitet (natsional'nyi issledovatel'skii universitet), 2021. 715 p.
16. V. L. Jetin, S. V. Vas'kin Klassifikacija razlivov nefti i nefteproduktov po mestu avarii na vnutrennih vodnyh putjah. Neftegazovoe delo. – 2012. – T. 10, № 1. – P. 94-99. – EDN NNRJUI
17. E.V. Alekseeva, V.V. Bekher, T.A. Verezubova [i dr.] Problemy ekonomicheskoi bezopasnosti: vyzovy novoi real'nosti. Ministerstvo nauki i vysshego obrazovaniia Rossiiskoi Federatsii; IUzhno-Ural'skii gosudarstvennyi universitet; Kafedra «Ekonomicheskaiia bezopasnost'». CHeliabinsk: IUzhno-Ural'skii gosudarstvennyi universitet (natsional'nyi issledovatel'skii universitet), 2023. 732 p.
18. Reshnjak, V. I. Opyt organizatsii i ispol'zovaniia tehniceskikh sredstv dlja likvidatsii avariynyh razlivov nefti. Vestnik gosudarstvennogo universiteta morskogo i rechnogo flota im. admirala S.O. Makarova. – 2018. – T. 10, № 2. – S. 287-299. – DOI 10.21821/2309-5180-2018-10-2-287-299. – EDN OSVVCX.

19. E.IU. SHmatkova, A.E. Plastinin, A.P. Baldenkov, A.N. Borodin. Otsenka vozdeistviia razlivov nefi na ekologicheski chuvstvitel'nye raiony v Pechorskom basseine. Tekst: elektronnyi. Velikie reki - 2020: Trudy 22-go mezhdunarodnogo nauchno-promyshlennogo foruma, Nizhnii Novgorod, 27–29 maia 2020 goda. Nizhnii Novgorod: Volzhskii gosudarstvennyi universitet vodnogo transporta, 2020. pp. 18. – EDN ROKDVF
20. N.SH. Liapina, I.B. Miasnikova, A.A. Ikonnikov, A.N. Borodin. Sravnitel'naia dinamika izmeneniia kachestva distillirovannoi i prirodnoi vody pri dlitel'nom kontakte s nekotorymi sudovymi konstruktsionnymi materialami. Vestnik Volzhskoi gosudarstvennoi akademii vodnogo transporta. 2005. no 12. pp. 171-176. EDN PMXHAH
21. O. M. Pinaeva, A. E. Plastinin, A. A. Razin, E. A. Uvarova. Predotvrashchenie zagriazneniia okruzhaiushchei sredy pri ekspluatatsii sudov na Severnom morskoi puti planirovaniem raboty ledokol'nogo flota. Problemy ekologii Volzhskogo basseina: Trudy 4-i vserossiiskoi nauchnoi konferentsii, Nizhnii Novgorod, 30–31 oktiabria 2019 goda. Nizhnii Novgorod: Volzhskii gosudarstvennyi universitet vodnogo transporta, 2019. pp. 21. – EDN LUVRBW
22. Svidetel'stvo o gosudarstvennoi registratsii programmy dlia EVM no 2023683871 Rossiiskaia Federatsiia. Informatsionno-analiticheskaiia podderzhka meropriatii po preduprezhdeniiu i likvidatsii razlivov nefi i nefteproduktov. Otsenka razmerov vreda vodnomu obektu: no 2023683646: zaiavl. 10.11.2023: opubl. 10.11.2023 / L. I. Golovatskaia, A. E. Plastinin, A. N. Borodin [i dr.]; zaiavitel' Federal'noe gosudarstvennoe biudzhethoe obrazovatel'noe uchrezhdenie vysshego obrazovaniia «Volzhskii gosudarstvennyi universitet vodnogo transporta». EDN IIIZDX.
23. Svidetel'stvo o gosudarstvennoi registratsii bazy dannykh № 2023623610 Rossiiskaia Federatsiia. Baza dannykh po istochnikam razlivov nefi i nefteproduktov: no 2023623290: zaiavl. 11.10.2023: opubl. 24.10.2023 / L.I. Golovatskaia, A.E. Plastinin, A.N. Borodin, A.S. Vorob'eva; zaiavitel' Federal'noe gosudarstvennoe biudzhethoe obrazovatel'noe uchrezhdenie vysshego obrazovaniia «Volzhskii gosudarstvennyi universitet vodnogo transporta». – EDN ITXKIK.
24. A.E. Plastinin, O.L. Domnina, V.S. Naumov [i dr.]. Otsenka riskov vzniknoveniia i posledstviia razlivov nefi v basseine Karskogo moria. Nizhnii Novgorod: Volzhskii gosudarstvennyi universitet vodnogo transporta, 2020. 220 p.
25. L. I. Golovatskaia, A. N. Borodin, A. E. Plastinin. Prognozirovaniie nefianogo zagriazneniia pri razlivakh gazovogo kondensata v Kaspiiskom more. Transport. Gorizonty razvitiia: Trudy 3-go Mezhdunarodnogo nauchno-promyshlennogo foruma, Nizhnii Novgorod, 14–16 iunia 2023 goda. Nizhnii Novgorod: Volzhskii gosudarstvennyi universitet vodnogo transporta, 2023. pp. 48.
26. M. Stul', SH. A. Smagulova, A. E. Ermukhanbetova [i dr.]. Problemy ekonomicheskoi bezopasnosti: novye resheniia v usloviakh kluchevykh trendov ekonomicheskogo razvitiia. Ministerstvo nauki i vysshego obrazovaniia Rossiiskoi Federatsii; IUzhno-Ural'skii gosudarstvennyi universitet, Kafedra «Ekonomicheskaiia bezopasnost'». Cheliabinsk: Izdatel'skii tsentr IUUrGU, 2020. 461 p.
27. O.A. SHagalova, A.N. Borodin, A.IU. Kazantsev, A.D. Shaposhnikov. Likvidatsiia nefianogo zagriazneniia v morskoi portu Zarubino. V sbornike: Transport. Gorizonty razvitiia. Trudy 2-go Mezhdunarodnogo nauchno-promyshlennogo foruma. Nizhnii Novgorod. 2022. S. 66.
28. M.D. Pavlikova, A.N. Borodin, A.E. Plastinin. Otsenka kachestva vody reki Volgi v raione Podnovskogo reida neftenalivnykh sudov po azotosoderzhashchim soedineniiam. Nauchnye problemy vodnogo transporta. 2022. no 73. pp. 266-275. DOI: 10.37890/jwt.vi73.303.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ/ ABOUT THE AUTHOR

Родина Наталья Сергеевна, специалист по охране труда, муниципальное предприятие Сергачского муниципального округа «Водоканал», 607510, Нижегородская область, Сергачский район, город Сергач, Ленинская ул, д. 42, rodina_n_s@mail.ru

Rodina Natalya Sergeevna, Occupational safety Specialist, Vodokanal Municipal Enterprise of the Sergachsky Municipal District, 42, Leninskaya St., Sergach, Nizhny Novgorod Region, 607510