

УДК 504.062.2

РАЗРАБОТКА РАСЧЕТНОЙ ОБЛАСТИ ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ РАЗЛИВА ГАЗОВОГО КОНДЕНСАТА В РАЙОНЕ НОВОЙ ЗЕМЛИ

Головацкая Леся Ивановна¹, начальник отдела научных исследований и цифровизации, профессор кафедры «Математические и естественнонаучные дисциплины»

e-mail: lesy_g@mail.ru

Кузнецов Матвей Иванович², бакалавр

e-mail: mk2882121@gmail.com

Бородин Алексей Николаевич², доцент кафедры охраны окружающей среды и производственной безопасности

e-mail: expertrisk@yandex.ru

Шапошников Алексей Дмитриевич², заместитель начальника учебно-тренажерного центра экологической безопасности и мониторинга

e-mail: leha.shaposhnikoff@yandex.ru

¹ Каспийский институт морского и речного транспорта, Астрахань, Россия

² Волжский государственный университет водного транспорта, Нижний Новгород, Россия

Аннотация. В данной работе рассмотрен вопрос разработки расчётной области для моделирования разлива газового конденсата в районе Новой Земли в акватории Баренцева моря. За основу были взяты географические условия, такие как скорость, направление ветра и течения, температура воздуха и воды, высота волны. В ходе исследований определена условная область загрязнения после разлива газового конденсата для прогнозирования ситуаций с авариями судов и последующих негативных последствий воздействия на окружающую среду.

Ключевые слова: разлив газового конденсата, загрязнение окружающей среды, экологическая безопасность, Новая Земля, Баренцево море, авария судна, моделирование, расчетная область.

DEVELOPMENT OF A CALCULATION AREA FOR MODELING GAS CONDENSATE SPILLS IN THE NEW ZEMLE REGION

Lesya I. Golovatskaya¹, Head of the Department of Scientific Research and Digitalization, Professor of the Department «Mathematical and natural science disciplines»

e-mail: lesy_g@mail.ru

Matvei I. Kuznetsov², Bachelor's Degree Student

e-mail: mk2882121@gmail.com

Alexey N. Borodin², Associate Professor of the Department of Environmental Protection and Industrial Safety

e-mail: expertrisk@yandex.ru

Alexey D. Shaposhnikov², Deputy Head of the Environmental Safety and Monitoring Training Center

Abstract. This paper discusses the development of a computational domain for modeling the spill of gas condensate in the Barents Sea near Novaya Zemlya. The study is based on geographical conditions such as wind and current speed and direction, air and water temperature, and wave height. The research identifies a hypothetical area of contamination after a gas condensate spill to predict ship accidents and their potential environmental impacts.

Keywords: gas condensate spill, environmental pollution, environmental safety, Novaya Zemlya, Barents Sea, ship accident, modeling, calculation area.

Одним из основных документов для морских акваторий является Федеральный закон от 31 июля 1998 года №155-ФЗ «О внутренних морских водах, территориальном море и прилегающей зоне Российской Федерации», который содержит ряд положений, связанных с нефтью и нефтепродуктами, особенно в части их транспортировки, хранения, а также предотвращения и ликвидации разливов нефтепродуктов (рисунок 1) [1 – 3].

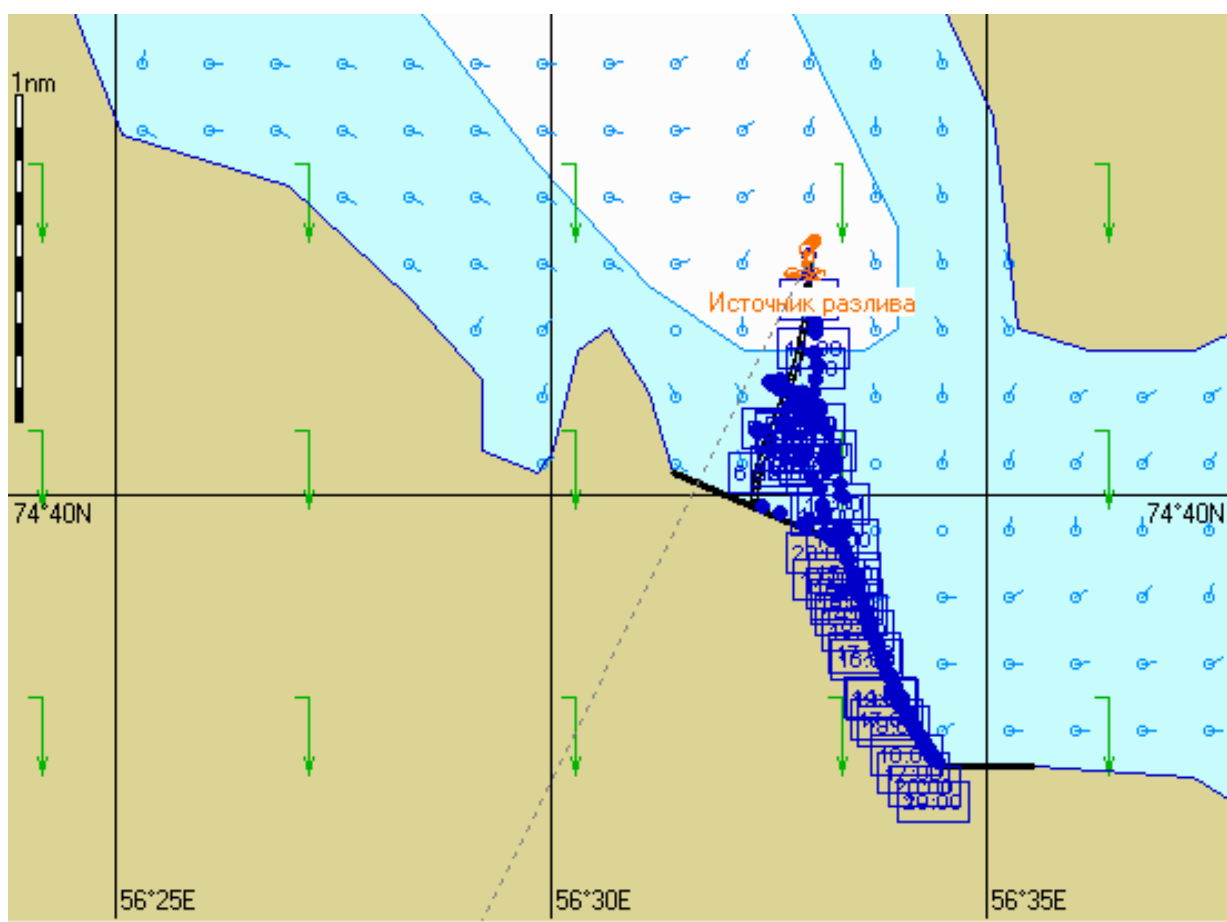


Рисунок 1 – Вариант отображения траектории нефтяного загрязнения при разливе газового конденсата

В данной работе создана расчётная область для моделирования разлива газового конденсата в районе Новой Земли в акватории Баренцева моря (рисунки 2 – 4) [4 – 6].

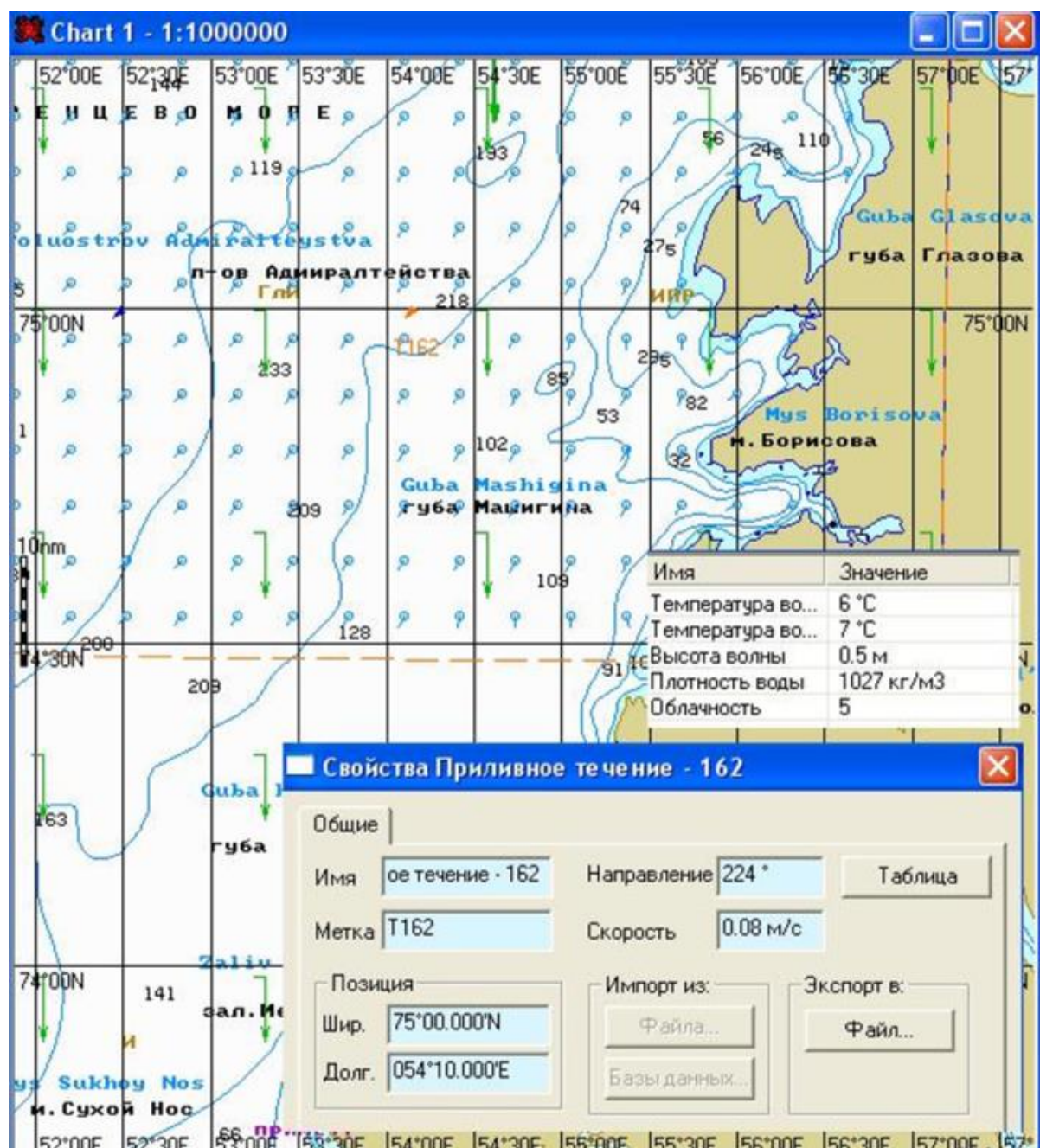


Рисунок 2 – Расчетная область, 0 часов (масштаб 1:1000000)

За основу были взяты географические условия, такие как скорость, направление ветра и течения, температура воздуха и воды, высота волны. В ходе исследований определена условная область загрязнения после разлива газового конденсата для прогнозирования ситуаций с авариями судов и последующих негативных последствий воздействия на окружающую среду (см. рисунок 1) [7 – 9].

В рамках исследования были разработаны сценарные модели распространения газового конденсата в районе Новой Земли. На рисунке 2 представлены начальные свойства и параметры воды. На рисунке 3 демонстрируются свойства и параметры течения, спустя 8 часов после начала разлива газового конденсата. На рисунке 3 также показаны свойства и параметры течения, но спустя 16 часов после начала разлива газового конденсата.

Анализ поля течений характеризуется существенными изменениями во времени, направления векторов меняются от 224 градусов на 0 часов, далее достигают 54 градусов на 8 часов и 346 градусов на 16 часов.

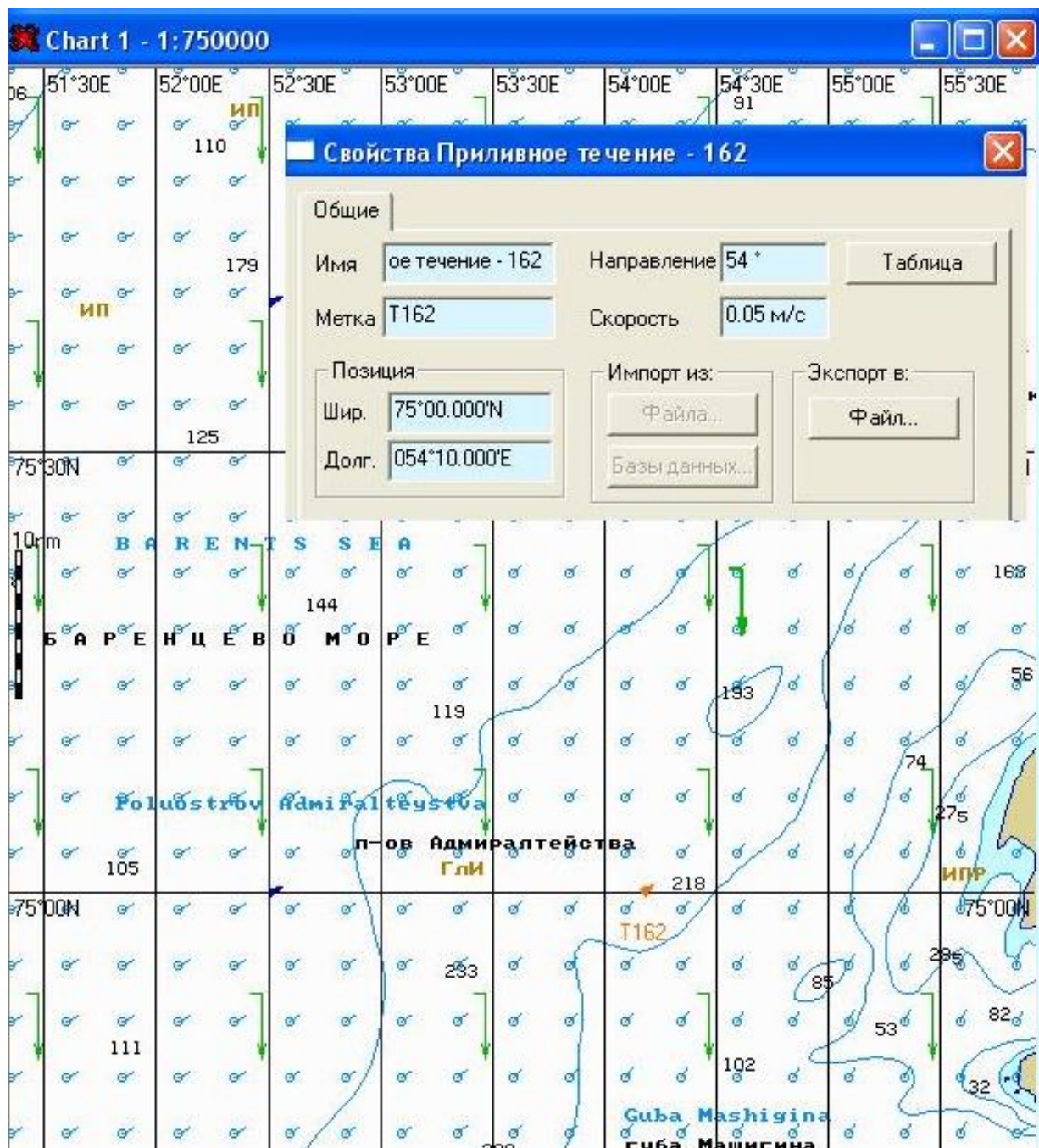


Рисунок 3 – Расчетная область, 8 часов (масштаб 1:750000)

Для моделирования разлива был использован программный комплекс «PISCES 2», благодаря чему мы можем изучить процессы, протекающие во время чрезвычайной ситуации [10 – 12]:

- распространение газового конденсата в водной среде;
- эмульгирование нефти с образованием нефтеводяной эмульсии;
- испарение нефтепродукта с поверхности водного слоя;
- диспергирование нефтепродукта в водной толще;

- изменение вязкости нефтепродукта под влиянием температурных и иных внешних факторов;
- взаимодействие нефти с компонентами окружающей среды и средствами локализации/ликвидации разливов.

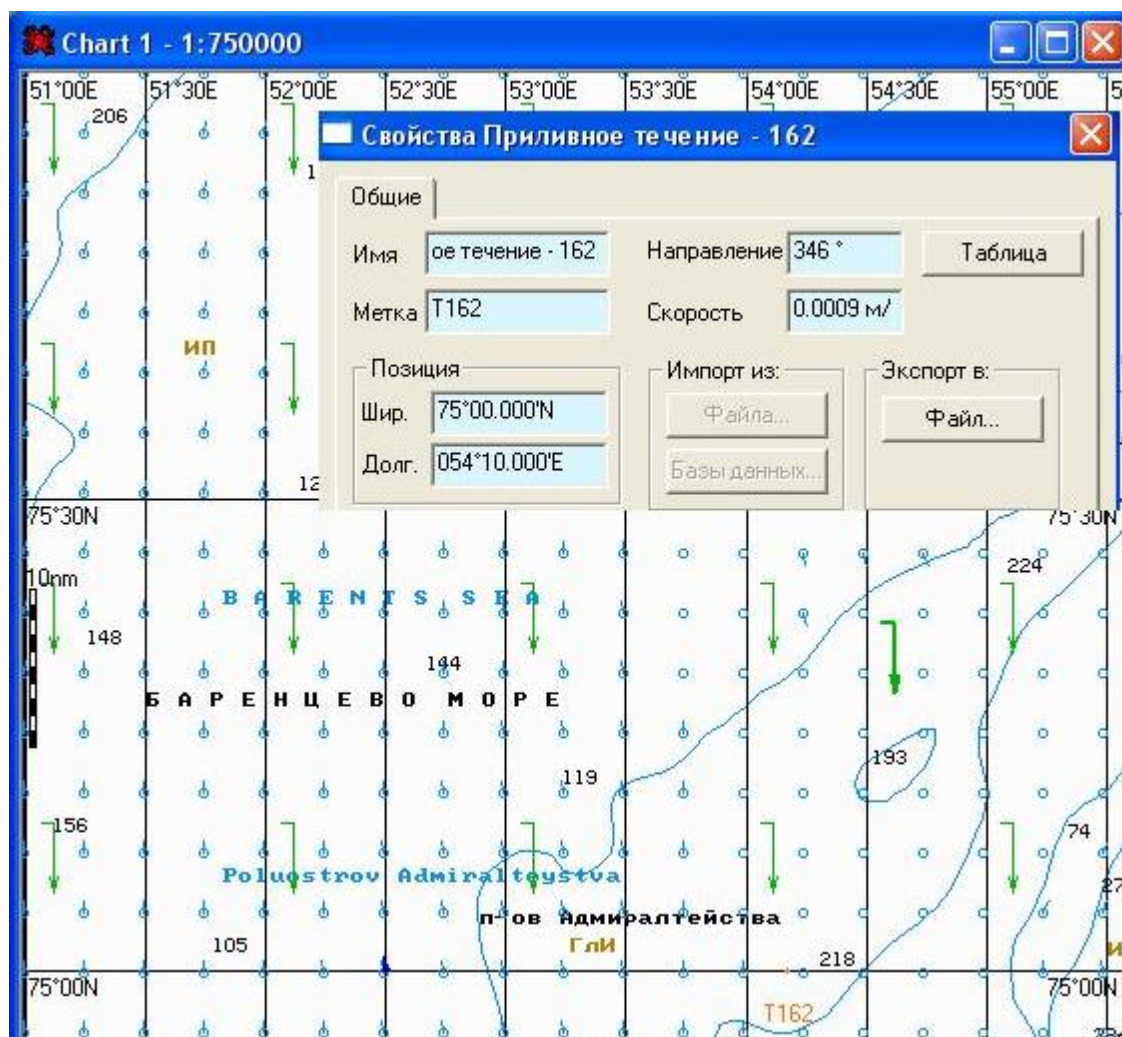


Рисунок 4 – Расчетная область, 16 часов (масштаб 1:750000)

Применение данного программного обеспечения позволяет оценить потенциальные последствия разлива газового конденсата и нефтепродуктов в морских и речных акваториях [13], а также сформировать перечень превентивных и оперативных мер по предотвращению или ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций.

Список литературы:

1. Домнина, О. Л. Разработка алгоритмов прогнозно-аналитической системы «Прогнозирование риска транспортных происшествий» / О. Л. Домнина, А. Е. Пластинин // Безопасность труда в промышленности. – 2025. – № 7. – С. 7-14. – DOI 10.24000/0409-2961-2025-7-7-14. – EDN AAASHT.
2. Домнина, О. Л. Оценка риска при выводе судов из эксплуатации / О. Л. Домнина, А. Е. Пластинин, В. И. Решняк // Морские интеллектуальные технологии. – 2025. – № 3-3(69). – С. 126-136. – DOI 10.37220/MIT.2025.69.3.064. – EDN EBLOID.

3. Головацкая, Л. И. Оценка воздействия нефтяного загрязнения при разливах газового конденсата в Каспийском море / Л. И. Головацкая, А. Е. Пластинин, А. Н. Бородин // Проблемы экологии Волжского бассейна: Труды 9-й всероссийской научной конференции, Нижний Новгород, 03–04 декабря 2024 года. – Нижний Новгород: Волжский государственный университет водного транспорта, 2024. – С. 32. – EDN RWTLYK.

4. Пластинин, Т. А. Применение цифровых технологий для реконструкции движения автомобилей «ГАЗ-АА» по «Дороге жизни» / Т. А. Пластинин, А. Е. Пластинин // Каспийский научный журнал. – 2025. – № 1(6). – С. 66-76. – EDN YNCKKS.

5. Родина, Н. С. Применение цифровых технологий для прогноза подводного движения разливов нефти / Н. С. Родина, А. Е. Пластинин // Каспийский научный журнал. – 2024. – № 4(5). – С. 2-12. – EDN XRNХСА.

6. Свидетельство о государственной регистрации базы данных № 2023623573 Российская Федерация. База данных по типам нефти и нефтепродуктов: № 2023623282 : заявл. 11.10.2023; опубл. 20.10.2023 / 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 QPCEQG.

7. Кардиометаболический синдром и хроническая обструктивная болезнь легких: факторы риска и механизмы коморбидности (обзор) / Е. В. Макарова, Г. Н. Варварина, В. А. Вахламов [и др.] // Медицинский альманах. – 2020. – № 4(65). – С. 6-20. – EDN CCNPOR.

8. Кочеткова, М. Ю. Экологические аспекты применения фандоматов на объектах водного транспорта / М. Ю. Кочеткова, Р. А. Кочетков, С. С. Пластинина // Актуальные решения проблем водного транспорта: сборник материалов II Международной научно-практической конференции, Астрахань, 29 мая 2023 года. – Астрахань: Индивидуальный предприниматель Сорокин Роман Васильевич (Издатель: Сорокин Роман Васильевич), 2023. – С. 124-126. – EDN OLSWAO.

9. Создание базы данных для применения фандоматов на водном транспорте / М. Ю. Кочеткова, Р. А. Кочетков, С. С. Пластинина, А. Н. Бородин // Актуальные решения проблем водного транспорта: сборник материалов III Международной научно-практической конференции., Астрахань, 29–31 мая 2024 года. – Астрахань: Волжский государственный университет водного транспорта, 2024. – С. 550-554. – EDN EMJGWE.

10. Пластинин, А. Е. Современные технологии обеспечения экологической безопасности региона / А. Е. Пластинин, С. В. Маценко // Актуальные решения проблем водного транспорта: сборник материалов II Международной научно-практической конференции, Астрахань, 29 мая 2023 года. – Астрахань: Индивидуальный предприниматель Сорокин Роман Васильевич (Издатель: Сорокин Роман Васильевич), 2023. – С. 16. – EDN FBANJY.

11. Экономические аспекты реализации применения фандоматов на водном транспорте / Р. А. Кочетков, М. Ю. Кочеткова, А. Н. Бородин, А. Е. Пластинин // Проблемы экологии Волжского бассейна: Труды 8-й всероссийской научной конференции, Нижний Новгород, 21–22 ноября 2023 года. – Нижний Новгород: Волжский государственный университет водного транспорта, 2023. – С. 31. – EDN UTKKMM.

12. Прогнозирование нефтяного загрязнения озера Байкал при эксплуатации судов / А. Е. Пластинин, А. Ю. Казанцев, Б. М. Ташимов, И. И. Шичавин // 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. 53. – EDN BDARDS.

13. Патент № 2599349 С1 Российская Федерация, МПК А61В 5/00, А61В 5/091. способ прогноза прогрессирования хронической обструктивной болезни легких (ХОБЛ): № 2015120366/14: заявл. 28.05.2015; опубл. 10.10.2016 / Е. В. Макарова, Г. Н. Варварина, В. В.



Новиков [и др.]; заявитель Государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Нижегородская государственная медицинская академия" Министерства здравоохранения Российской Федерации (ГБОУ ВПО НижГМА Минздрава России). – EDN QRUUGY.

