

УДК 502.1

ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО УЩЕРБА ОТ РАЗЛИВОВ НЕФТЕПРОДУКТОВ И РАЗРАБОТКА ПРОГРАММЫ ДЛЯ ЕЁ ВЫЧИСЛЕНИЯ

Вилявина Софья Александровна¹, студент

e-mail: vsofa180@gmail.com

Смирнов Кирилл Александрович¹, курсант

e-mail: vsofa180@gmail.com

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

e-mail: lesy_g@mail.ru

Пластинин Андрей Евгеньевич², доктор технических наук, доцент, профессор кафедры охраны окружающей среды и производственной безопасности

e-mail: plastininae@yandex.ru

¹ Каспийский институт морского и речного транспорта имени генерал-адмирала Ф.М. Апраксина – Астраханский филиал Волжского государственного университета водного транспорта, Астрахань, Россия

² Волжский государственный университет водного транспорта, Нижний Новгород, Россия

Аннотация. В статье рассмотрены методики, на основе которых осуществляется оценка вреда, нанесенного загрязнению водных объектов. Отмечено, что разливы нефтепродуктов представляют серьёзную угрозу для окружающей среды, оказывая долгосрочное негативное воздействие на экосистемы, водные ресурсы и здоровье человека. Выбрана методика, наиболее подходящая для оценки ущерба от данного вида загрязнения. Предложен алгоритм программы расчета ущерба от загрязнения поверхностных вод при аварийных разливах нефти.

Ключевые слова: экологический ущерб, разливы нефтепродуктов, оценка ущерба, моделирование загрязнения, автоматизация расчётов, восстановление экологии.

ASSESSMENT OF ENVIRONMENTAL DAMAGE FROM OIL PRODUCT SPILLS AND DEVELOPMENT OF A PROGRAM FOR ITS CALCULATION

Sofia A. Vilyavina¹, Student

e-mail: vsofa180@gmail.com

Kirill A. Smirnov¹, Cadet

e-mail: vsofa180@gmail.com

Lesya I. Golovatskaya¹, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Professor of the Department of Mathematical and Natural Sciences, Head of the Department of Scientific Research and Digitalization

e-mail: lesy_g@mail.ru

Andrey E. Plastinin², Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, Professor of the Department of Environmental Protection and Industrial Safety
e-mail: plastininae@yandex.ru

¹ Caspian Institute of Marine and River Transport named after Admiral F.M. Apraksin – Astrakhan branch of Volga State University of Water Transport, Astrakhan, Russia

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

Abstract. The article discusses the methods used to assess the damage caused by pollution of water bodies. It was noted that oil product spills pose a serious threat to the environment, having a long-term negative impact on ecosystems, water resources and human health. The method that is most suitable for assessing damage from this type of pollution has been selected. An algorithm for calculating damage from surface water pollution in case of emergency oil spills is proposed.

Keywords: environmental damage, oil product spills, damage assessment, pollution modeling, calculation automation, environmental restoration.

Нефтяные разливы, возникающие в результате аварий, являются острой экологической проблемой современности, нанося непоправимый вред водным ресурсам и связанным с ними экосистемам. Значимость данного вопроса обусловлена увеличением количества аварий, происходящих при перевозке и складировании нефти, а также несовершенством и низкой надежностью применяемых способов оценивания ущерба, наносимого подобными происшествиями.

В современном мире на территории Российской Федерации оценка вреда, нанесенного загрязнению водных объектов, осуществляется на основе ряда утвержденных методик:

1) Методика исчисления размера вреда, причиненного водным объектам вследствие нарушения водного законодательства (утв. приказом МПР РФ от 13.04.2009 N 87) (ред. от 26.08.2015) [1].

2) Методика определения предотвращенного экологического ущерба (утверждена председателем Государственного комитета Российской Федерации по охране окружающей среды В.И. Даниловым-Данильяном 30 ноября 1999 г.) [2].

3) «Временная типовая методика определения экономической эффективности осуществления природоохранных мероприятий и оценки экономического ущерба, причиняемого народному хозяйству загрязнением окружающей среды» (одобрена Постановлением Госплана СССР, Госстроя СССР, Президиума АН СССР от 21 октября 1983 г. № 254/284/134) [3].

4) Методика определения ущерба окружающей природной среде при авариях на магистральных нефтепроводах (Утверждена Минтопэнерго России 1 ноября 1995 года, согласована с Департаментом государственного экологического контроля Минприроды России) [4].

В частности, существуют определенные подходы и алгоритмы, используемые для вычисления размера ущерба, возникшего в результате загрязнения рек и других поверхностных водных ресурсов.

На основе выполненного исследования было установлено, что наиболее подходящим решением для проблемы ЛАРН является методика, обозначенная номером 1. Следовательно, она принимается за основу для последующего проектирования и усовершенствования.

Устранение утечек нефти и нефтепродуктов представляет собой совокупность мероприятий, осуществляемых в случае их разлива. Данные мероприятия ориентированы



на сдерживание распространения нефти и нефтепродуктов, их извлечение, нейтрализацию сопутствующих вредных факторов, а также на защиту здоровья людей, минимизацию негативного воздействия на экологию и уменьшение финансовых потерь организации [5].

Данное исследование направлено на создание программного комплекса, предназначенного для вычисления убытков, вызванных загрязнением поверхностных вод в результате аварийных выбросов нефти. В состав программного обеспечения войдут способы численной оценки, модели прогнозирования распространения загрязняющих веществ и алгоритмы расчета финансовых потерь.

Источниками загрязнения нефтепродуктами могут выступать разнообразные события, включая происшествия на промышленных предприятиях, транспортные катастрофы (например, крушения танкеров), повреждения нефтепроводов, несоблюдение правил утилизации отходов, а также стихийные бедствия (штормы, наводнения и тому подобное).

Утечки газового конденсата несут в себе значительную угрозу для природной среды, проявляющуюся в нескольких ключевых аспектах:

- поражение экосистем: загрязнение водоемов, почвы и атмосферного воздуха.
- снижение биоразнообразия: гибель флоры и фауны, исчезновение видов.
- влияние на здоровье человека: контакт с нефтепродуктами может вызвать различные заболевания.

Проведение оценки нанесенного ущерба играет важную роль для:

- определения размера компенсационных выплат
- планирования мероприятий по восстановлению окружающей среды
- разработки превентивных мер по минимизации рисков аварий
- информирования общественности и повышения экологической ответственности бизнеса

Анализ литературных источников показал, что исследования в данном направлении занимаются российские и зарубежные ученые и над этим ведется большая работа по организации устранения нефтяных разливов на поверхностях вод. [6-10].

Алгоритм программы расчета ущерба от загрязнения поверхностных вод при аварийных разливах нефти включает следующие элементы:

1. Определение коэффициента, учитывающего влияние метеорологических и климатических условий в зависимости от сезона $K_{ВГ}$; определение типа водного объекта (река, озеро или море).
2. Импорт данных о плотности воды, скорости течения и временных параметрах моделирования в систему.
3. Определение плотности воды: коэффициент определяется по табличным значениям, зависящим от времени моделирования, или посредством анализа гидрологического режима, что позволяет установить скорость течения.
4. Определяется величина коэффициента $K_{ДЛ}$, отражающий влияние длительности негативного воздействия нефтяных продуктов на водный объект при отсутствии ликвидационных мероприятий, определяется на основе следующих данных:
 - Временные параметры инцидента: момента начала разлива нефтепродуктов и момента запуска операции ликвидации разлива нефти (ЛАРН), импортируемые из соответствующих источников.
 - Расчет периода бездействия: с использованием установленной формулы вычисляется продолжительность периода, в течение которого не предпринимаются меры по устранению загрязнения $t_{непр}$ в часах.
5. Определяется $K_{ДЛ}$ по таблице, а также коэффициент $K_{В}$, учитывающий экологические факторы (состояние водных объектов). Для этого импортируется

информация об идентификации водного объекта (ЭКС) и определяются значения $K_B^{осн}$ и $K_B^{доп}$ по таблицам.

6. При необходимости учитывается наличие особо охраняемых водных объектов, что влияет на величину $K_B^{доп}$. Расчет K_B по формуле. Определение коэффициента индексации, $K_{ин}$.

7. Определяется такса для расчета размера ущерба от попадания нефтяных продуктов в водные объекты H .

8. Импортируется информация о количестве разлитой нефти или оно определяется по формулам, M , t .

9. Вычисляется такса ущерба H по соответствующим формулам или берется из табличных значений.

10. Рассчитывается размера ущерба по формуле с учетом стоимости мероприятий по ликвидации разлива нефти, $З_{ларн}$.

Существует методика, которая разработана в целях обеспечения полной оценки экологических последствий нефтезагрязнений, повышения эффективности выполнения мероприятий по ликвидации аварийных разливов нефти, оптимизации затрат на восстановление природной среды. Данная методика включает в себя 5 уровней оценки эколого-экономических последствий [11].

Оценка экологического ущерба от разливов нефтепродуктов — сложная задача, требующая комплексного подхода и использования современных математических моделей и информационных технологий. Разработка специализированной программы позволяет автоматизировать процесс, повысить качество анализа и эффективно планировать меры по восстановлению окружающей среды.

Список литературы:

1. Приказ Минприроды России от 13 апреля 2009 г. N 87 "Об утверждении Методики исчисления размера вреда, причиненного водным объектам вследствие нарушения водного законодательства" / [Электронный ресурс] – доступ: URL <https://base.garant.ru/12167365/>

2. Методика определения предотвращенного экологического ущерба [Электронный ресурс] – доступ: URL <https://docs.cntd.ru/document/1200035561>

3. Временная типовая методика определения экономической эффективности осуществления природоохранных мероприятий и оценки экономического ущерба, причиняемого народному хозяйству загрязнением окружающей среды [Электронный ресурс] – доступ: URL <https://rulaws.ru/acts/Vremennaya-tipovaya-metodika-opredeleniya-ekonomicheskoy-effektivnosti-osuschestvleniya-prirodoohrannyh-mer/>

4. Методика определения ущерба окружающей природной среде при авариях на магистральных нефтепроводах [Электронный ресурс] – доступ: URL <https://normativ.kontur.ru/document?moduleId=1&documentId=67971>

5. Постановление Правительства Российской Федерации от 31 декабря 2020 г. №2451 «Об утверждении Правил организации мероприятий по предупреждению и ликвидации разливов нефти и нефтепродуктов на территории Российской Федерации, за исключением внутренних морских вод Российской Федерации и территориального моря Российской Федерации, а также о признании утратившими силу некоторых актов Правительства Российской Федерации».

6. Свидетельство о государственной регистрации базы данных № 2023622244 Российская Федерация. Изучение площади поверхности нефтяного пятна при разливах газового конденсата: № 2023621669: заявл. 06.06.2023: опубл. 05.07.2023 / Л. И. Головацкая, А. Е. Пластинин, А. Н. Бородин; заявитель Федеральное государственное бюджетное



образовательное учреждение высшего образования «Волжский государственный университет водного транспорта». – EDN TUILEJ.

7. Построение зависимостей для оценки площади нефтяного загрязнения при разливах газового конденсата в Каспийском море / Л. И. Головацкая, А. Н. Бородин, А. Е. Пластинин // 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. 537-541. – EDN NHYRDO.

8. Разработка базы данных для изучения площади поверхности нефтяного пятна при разливах газового конденсата / Л. И. Головацкая, А. Н. Бородин, А. Е. Пластинин // Транспорт. Горизонты развития: Труды 4-го Международного научно-промышленного форума, Нижний Новгород-Новосибирск-Владивосток-Самара, 23–26 апреля 2024 года. – Нижний Новгород: Волжский государственный университет водного транспорта, 2024. – С. 130. – EDN UNTUHO.

9. Свидетельство о государственной регистрации базы данных № 2024624572 Российская Федерация. Оценка размеров ущерба и выбор природоохранного оборудования порта для предотвращения загрязнения окружающей среды: № 2024624354: заявл. 14.10.2024; опубл. 21.10.2024 / Б. М. Ташимов, Л. И. Головацкая, А. Е. Пластинин; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Волжский государственный университет водного транспорта". – EDN OAJKDC.

10. Прогнозирование экологических последствий разливов нефтепродуктов / Наумов В.С., Этин В.Л., Чебан Е.Ю., Маценко С.В., Мохсен Абдульхаки Мохсен Ахмед, Панина О.В., Оби Эммануэль Оду, Ярмек Л. П., Загвоздкин В. К., Егорова Е. Н., Трофимов Б.С., Ларионов А.В., Тескер И.М., Шарпан М.В., Пластинин А.Е., Акимов В.А., Берман А.Ф., Павлов А.И., Ишелев А.А. и др.

11. Заикин И. А., Загвоздкин В. К., Макиев Ю. Д., Быков А. А., Малышев Д. В., Назаров В. Б. Методика оценки эколого-экономических последствий загрязнения земель нефтью и нефтепродуктами // Проблемы анализа риска. 2005. №1. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/metodika-otsenki-ekologo-ekonomicheskikh-posledstviy-zagryazneniya-zemel-neftyu-i-nefteproduktami> (дата обращения: 20.04.2025).

