

УДК 656.62

## СОВРЕМЕННЫЕ ПОДХОДЫ К ОЦЕНКЕ РИСКОВ В СФЕРЕ ВНУТРЕННЕГО ВОДНОГО ТРАНСПОРТА: АНАЛИЗ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ

Домнина Ольга Леонидовна<sup>1</sup>, кандидат технических наук, доцент кафедры логистики и маркетинга  
e-mail: [o-domnina@yandex.ru](mailto:o-domnina@yandex.ru)

<sup>1</sup> Волжский государственный университет водного транспорта, Нижний Новгород, Россия

**Аннотация.** В статье рассматриваются современные подходы к оценке рисков на внутреннем водном транспорте России в условиях переориентации грузопотоков и роста нагрузки на транспортную систему. Авторы анализируют ключевые проблемы отрасли, включая высокий уровень износа флота (средний возраст судов превышает 30 лет) и инфраструктуры (степень износа — более 60%), что создает дополнительные риски для безопасности судоходства. Особое внимание уделено методологии оценки рисков, соответствующей международному стандарту ISO 31000, включая идентификацию опасностей (HAZOP, FMECA), анализ вероятности (статистические данные, деревья отказов) и прогнозирование последствий (имитационные модели). Отмечается недостаточная изученность рисков, связанных с выводом судов из эксплуатации, включая отсутствие единых стандартов утилизации и пробелы в нормативной базе. В качестве перспективных направлений развития предлагаются: создание реестра рисков, внедрение цифровых двойников для моделирования аварийных ситуаций и применение IoT-решений для предиктивной аналитики.

**Ключевые слова:** внутренний водный транспорт, оценка рисков, безопасность судоходства, износ инфраструктуры, ISO 31000, цифровые двойники, предиктивная аналитика.

## MODERN APPROACHES TO ASSESSING RISKS IN INLAND WATER TRANSPORT: ANALYSIS AND DEVELOPMENT PROSPECTS

Olga L. Domnina<sup>1</sup>, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Logistics and Marketing  
e-mail: [o-domnina@yandex.ru](mailto:o-domnina@yandex.ru)

<sup>1</sup> Volga State University of Water Transport, Nizhny Novgorod, Russia

**Abstract.** The article discusses modern approaches to risk assessment in Russia's inland waterway transport in the context of the reorientation of cargo flows and the increasing burden on the transport system. The authors analyze the key problems of the industry, including the high level of fleet wear (the average age of ships exceeds 30 years) and infrastructure (the degree of wear is more than 60%), which creates additional risks for the safety of navigation. Special attention is paid to the risk assessment methodology conforming to the international standard ISO 31000, including hazard identification (HAZOP, FMECA), probability analysis (statistical data, failure trees) and prediction of consequences (simulation models). There is a lack of awareness of the

risks associated with ship decommissioning, including the lack of uniform recycling standards and gaps in the regulatory framework. The following promising areas of development are proposed: the creation of a risk registry, the introduction of digital twins for emergency modeling, and the use of IoT solutions for predictive analytics.

**Keywords:** inland waterway transport, risk assessment, safety of navigation, infrastructure deterioration, ISO 31000, digital twins, predictive analytics.

В ходе многолетних наблюдений за развитием транспортной системы России было выявлено, что водный транспорт, несмотря на свою экономическую эффективность и относительную экологичность, продолжает сталкиваться с системными проблемами [1]. По данным Росстата за 2023 год, средний возраст грузового речного флота составляет 32 года, а степень износа основных фондов портовой инфраструктуры превышает 60%. Эти показатели красноречиво свидетельствуют о хроническом недофинансировании отрасли [2].

В условиях санкционного давления и переориентации грузопотоков на восточные направления (по данным Минтранса, объем перевозок в направлении Китая вырос на 47% в 2022-2023 гг.) нагрузка на альтернативные виды транспорта достигла критических значений. На железных дорогах, как показал анализ источников, средняя участковая скорость упала до 35,7 км/ч, а на отдельных направлениях Московской железной дороги фиксировались задержки грузов до 14 суток [3].

В этой ситуации внутренний водный транспорт мог бы стать логичным решением для разгрузки транспортной системы. Однако, как мы убедились при анализе аварийности на внутренних водных путях [4], существующие проблемы отрасли создают серьезные риски:

1. Технические риски:

- Устаревший флот (по нашим расчетам, 68% судов превысили нормативный срок эксплуатации)
- Несоответствие инфраструктуры современным требованиям (только 23% шлюзов соответствуют классу "В" по классификации Минтранса)

2. Экологические риски:

- Повышенная аварийность на участках с ограниченной пропускной способностью
- Отсутствие современных систем мониторинга состояния судов

В ходе исследования были проанализированы 47 методик оценки рисков, применяемых в мировой практике. Особое внимание было уделено методам, соответствующим международному стандарту ISO 31000:2018, который был адаптирован для российских условий приказом Росморречфлота № 156 от 12.07.2022.

Методологическая триада оценки рисков, по нашим наблюдениям, включает: идентификацию опасностей; анализ вероятности; прогнозирование последствий. В табл. 1 представлены фрагменты анализа методов в рамках триады применительно к исследованиям по оценке рисков на водном транспорте.

*Таблица 1 – Анализ применения методов оценки риска на водном транспорте (фрагменты)*

| Метод                       | Краткое описание метода                                              | Авторы, использующие методы                  | Особенности метода                    | Область применения   |
|-----------------------------|----------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------|---------------------------------------|----------------------|
| Методы идентификации рисков |                                                                      |                                              |                                       |                      |
| Мозговой штурм              | Идентификация рисков на основе генерации идей участниками обсуждения | Xi Huang и др. [5], Luo и др. [6]; Пластинин | разделение генерации идей и их оценки | Классификация рисков |



| Метод                                                                                              | Краткое описание метода                                                                                                                               | Авторы, использующие методы               | Особенности метода                                                                                                                                                                  | Область применения                                                                                                                                                      |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Контрольные листы                                                                                  | Идентификация риска на основе знаний, накопленных при анализе стандартов, правил и др. документов или прошлых проектов.                               | А.Е. [7], Туркин А.В. [8]                 | составляют на основе требований стандартов и опыта эксплуатации                                                                                                                     | Организация работ по предупреждению и ликвидации разливов нефти и нефтепродуктов на внутренних водных путях и в море; контроль за обеспечением безопасности судоходства |
| Предварительный анализ опасностей (РНА)                                                            | Идентификация факторов. Определение важности факторов риска. Качественный анализ                                                                      | Merrick и др. [9]                         | В основном используется в сфере общественного здоровья                                                                                                                              | Используется при разработке планов реагирования на возможные чрезвычайные ситуации                                                                                      |
| Анализ видов и последствий отказов (FMEA), анализ режимов сбоев, последствий и критичности (FMECA) | Определение различных типов отказов в системе. Идентификация типов отказов и причин                                                                   | Пластинин А.Е. [7], Гредасова И.Б. [10]   | возможность обнаружения проблемы до её проявления; анализ выполняется от конкретных компонентов к общей картине                                                                     | применяются для оценки техногенных рисков, в том числе в контексте экологического риска (например, при транспортировке нефти и газа)                                    |
| Анализ влияния человеческого фактора (HRA)                                                         | Исследование ошибок оператора (усталость, невнимательность, последовательность) для систем, работа которых существенно зависит от действий персонала. | Ozturk и др. [11]                         | Лучше всего подходит для рутинных задач, выполняемых в хорошо контролируемых условиях. Менее полезен там, где действия должны основываться на противоречивых источниках информации. | Риски аварий при различных уровнях погодных условий                                                                                                                     |
| Дерево неисправностей                                                                              | Определение типов неисправностей и причин с помощью древовидной логической причинно-следственной диаграммы. Качественный или количественный анализ.   | Zhang и др. [12], Домнина О.Л. и др. [13] | Визуальное представление путей отказов. е рассматривает временные взаимозависимости. Сложность обработки большого числа данных                                                      | Риски столкновения судов и посадки на мель; риски разливов нефти и нефтепродуктов; сценариев развития аварий и их последствий                                           |



| Метод                                                           | Краткое описание метода                                                                                                                            | Авторы, использующие методы                                             | Особенности метода                                                                                                                                                                                                    | Область применения                                                                                                                  |
|-----------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ...                                                             | ...                                                                                                                                                | ...                                                                     | ...                                                                                                                                                                                                                   | ...                                                                                                                                 |
| методы расчета вероятности (частоты) рисков                     |                                                                                                                                                    |                                                                         |                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                     |
| Структурированный анализ сценариев методом "что, если?" (SWIFT) | Цель метода идентифицировать риски в технологических процессах, системах или оборудовании, оценить их последствия. Основан на подходе «что, если?» | Xi Huang и др. [5]                                                      | Позволяет участникам определить реакцию системы на отклонения. Если команда не имеет достаточного опыта или если система подсказок не является исчерпывающей, некоторые риски или опасности могут быть не определены. | При исследовании опасностей химических и нефтехимических предприятий                                                                |
| Кривые FN                                                       | Метод графического представления уровня социального риска, вызванного технологией или деятельностью.                                               | Временное руководство ИМО по формализованной оценке безопасности (ФОВБ) | Кривые FN показывают, сгруппированы ли смерти; предоставляют информацию, которая позволяет обосновывать решения                                                                                                       | Для оценки риска в судовых операциях                                                                                                |
| Матрица последствий и вероятностей                              | Метод, предполагающий ранжированные показатели последствий и вероятностей в виде таблицы. Предполагает использование шкал                          | Маценко С.В. [14]                                                       | Не может использоваться для оценки сложных систем или множества рисков, так как его возможности ограничены матрицей риска; не учитывает изменчивость риска со временем.                                               | При оценке рисков количества потерь среди судов, анализе площади загрязнений с судов, сохранении жизни членов экипажей и пассажиров |
| ...                                                             | ...                                                                                                                                                | ...                                                                     | ...                                                                                                                                                                                                                   | ...                                                                                                                                 |
| методы расчета последствий рисков                               |                                                                                                                                                    |                                                                         |                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                     |
| Марковский анализ                                               | Оценка последствий риска основываясь на текущих обстоятельствах, а не на ретроспективных событиях                                                  | Li и др. [15]                                                           | Можно моделировать стратегии технического обслуживания. Ограничения: сложность решения математических уравнений; вероятность                                                                                          | Риски надежности судовых систем; для анализа процесса движения судов                                                                |



| Метод                                                    | Краткое описание метода                                                                        | Авторы, использующие методы | Особенности метода                                                    | Область применения                                        |
|----------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|-----------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|
|                                                          |                                                                                                |                             | ошибок и неточностей.                                                 |                                                           |
| Анализ опасности и критических контрольных точек (НАССР) | Выявление критериев, которые разделяют допустимые и недопустимые значения величины последствий | Нет данных                  | В основном применяется при управлении безопасностью пищевых продуктов | Используется для управления рисками строительных проектов |
| ...                                                      | ...                                                                                            | ...                         | ...                                                                   | ...                                                       |

Особую проблему, как показало наше исследование, представляет вывод судов из эксплуатации. В рамках выполнения научной темы по подъему и утилизации судов был выполнен анализ 23 случаев возникновения транспортных происшествий только в границах Центральные бассейнов за период 2020-2023 гг. Он выявил:

- отсутствие единых стандартов демонтажа выведенных из эксплуатации судов;
- недостаточный контроль за утилизацией опасных материалов;
- рост аварий, связанный с выводом судов из эксплуатации и причинением в следствии этого возможного экологического вреда;
- увеличение числа выводимых из эксплуатации судов в результате транспортных происшествий, связанных в том числе с эксплуатацией изношенного флота и ограничениями транспортной инфраструктуры внутренних водных путей;
- пробелы в нормативной базе (в 65% случаев применялись устаревшие ГОСТы).

Перспективными направлениями развития, по нашему мнению, должны стать:

1. Создание единого реестра рисков для внутренних водных путей.
2. Разработка цифровых двойников для моделирования аварийных ситуаций.
3. Внедрение системы предиктивной аналитики на основе IoT-решений.

Эти меры, как мы рассчитываем, позволят снизить аварийность на внутренних водных путях, что соответствует целевым показателям Транспортной стратегии РФ.

*Исследование выполнено в рамках реализации научно-исследовательского проекта по созданию Информационно-технологической платформы "Подъем и утилизация судов" для плавсредств внутреннего и смешанного (река-море) плавания (Шифр научной темы 06/ГЗ-2025-06-ПИУС) в части разработки научно-методического обеспечения оценки рисков при выводе судов из эксплуатации.*

#### Список литературы:

1. Домнина, О. Л. Влияние санкций на перевозку грузов / О. Л. Домнина // Транспорт. Горизонты развития : Труды 2-го Международного научно-промышленного форума, Нижний Новгород, 07–09 июня 2022 года. – Нижний Новгород: Волжский государственный университет водного транспорта, 2022. – С. 9.
2. Актуализация транспортной стратегии России как необходимое условие обеспечения экономического прорыва и национальной безопасности страны на этапах геополитического противостояния : Коллективная монография: в 2-х частях / З. Б. Амирова, Л. Б. Аристова, Ю. М. Баженов [и др.]. – Нижний новгород : Волжский государственный университет водного транспорта, 2023. – 482 с. – ISBN 978-5-901722-79-4





