

## ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ И АВТОМАТИЗАЦИЯ В НАВИГАЦИИ И СУДОХОДСТВЕ. СНИЖЕНИЕ ВЛИЯНИЯ ЧЕЛОВЕЧЕСКОГО ФАКТОРА



А.М. Гладкова, студент,  
e-mail: [alina.gladcova2014@yandex.ru](mailto:alina.gladcova2014@yandex.ru)  
ФГБОУ ВО «Калининградский государственный  
технический университет»  
«Балтийская государственная  
академия рыбопромыслового флота»



М.В. Марушевский, студент,  
email: [maxonxprojects@gmail.com](mailto:maxonxprojects@gmail.com)  
ФГБОУ ВО «Калининградский государственный  
технический университет»  
«Балтийская государственная  
академия рыбопромыслового флота»

О.Г. Фаустова, канд.техн.наук, доцент,  
email: [faustovaoksana@yandex.ru](mailto:faustovaoksana@yandex.ru)  
ФГБОУ ВО «Калининградский государственный  
технический университет»  
«Балтийская государственная  
академия рыбопромыслового флота»

Человеческий фактор часто является причиной катастроф и происшествий во всём мире, и ученые уже всерьез задумываются о замене человека в скором будущем во многих профессиональных сферах. Искусственный интеллект уже давно используется во всех сферах человеческой жизни, и судоходство не является исключением. Эксплуатация систем в помощи принятия решений с глубоким машинным обучением не ограничивается только помощью в построении маршрута, но также распространяется на снижение рисков и предотвращения столкновений в море. Базой для машинного обучения являются конвенции – унифицированные правила, регулирующие определенные сферы судовой навигации. Однако любая модернизация связана с определенными рисками. Данная статья ориентирована на оценку не только подобных рисков, но и перспектив автоматизации судоходства в целом.

**Ключевые слова:** *судовая навигация, искусственный интеллект, оценка рисков*

### ВВЕДЕНИЕ

В практике мореплавания при осуществлении морской навигации часто происходят непредвиденные аварийные ситуации, связанные, прежде всего, со столкновениями судов, посадкой их на мель, сбоями в работе систем судна вследствие несоблюдения правил эксплуатации и т. д. Подобные чрезвычайные ситуации ведут не только к экономическим потерям, но и к серьезному риску для жизни и здоровья экипажа. Введение в эксплуатацию искусственного интеллекта и автоматизации может значительно снизить, либо свести к минимуму подобные риски и сделать судоходство более безопасным, однако подобная модернизация несет за собой также определенные риски и недочеты.

## ОБЪЕКТ ИССЛЕДОВАНИЯ

Объектом исследования является внедрение и использование технологий искусственного интеллекта и автоматизации для снижения экономических и иных рисков при морских перевозках.

## ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ

Цель: изучение применения искусственного интеллекта в сфере навигации, перспектив автоматизации судоходства и выявления недочетов и недостатков модернизации систем при судовождении.

Задачи:

- изучить влияние антропогенного фактора на возникновение чрезвычайных ситуаций на море;
- исследовать разработку и внедрение беспилотных судов и перспективы их использования;
- оценить недостатки искусственного интеллекта в судоходстве.

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Исходя из данных некоторых исследований [1] было подсчитано, что из всего количества морских аварий с 2010 по 2019 гг. катастрофы, вызванные ошибкой человека, составляли от 75 % до 96 % от общего числа. А также, по показаниям AGCS [2] проанализировавших около 15 000 претензий по морскому страхованию в период с 2011 по 2017 гг., антропогенный фактор является главным фактором, который определил 75 % страховой стоимости всех исследованных претензий. Эквивалентом данного количества претензий являются 1.6 млрд долларов убытков.

Несмотря на высокую техническую оснащенность современных судов, человеческий фактор продолжает оказывать существенное влияние на навигацию. Так, например, 23 марта 2021 г. контейнеровоз Ever Given сел на мель при пересечении Суэцкого канала, в результате чего движение было перекрыто и большое количество судов организовало застой (рис. 1). Контейнеровоз пробыл на мели в течение 6 дней с 23 марта по 29 марта и 6 апреля движение по каналу было восстановлено, однако финансовые убытки для мировой экономики, по оценке экспертов, составили 230 млрд долларов. Подобные ситуации не являются исключением и происходят относительно часто. Так, например, в этом же году и в этом же канале контейнеровоз Maersk Emerald также сел на мель из-за заглохшего двигателя из-за несвоевременной работы экипажа. Хоть судно и удалось отбуксировать в этот же день, подобный инцидент мог также нанести значительный ущерб мировой экономике.

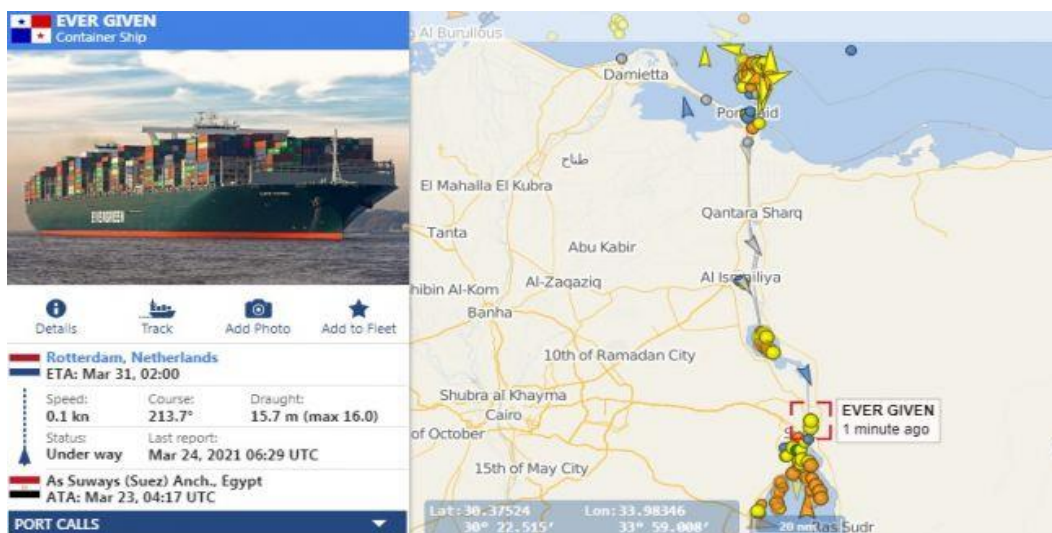


Рисунок 1 – Образовавшаяся в результате посадки на мель пробка в Суэцком канале

Однако посадка на мель не является единственным риском, который связан с фактором участия человека в процессе навигации. Например, к октябрю 2021 г. количество несчастных случаев и чрезвычайных ситуаций в сфере морского транспорта составило 576 случаев (рис. 2) [3].

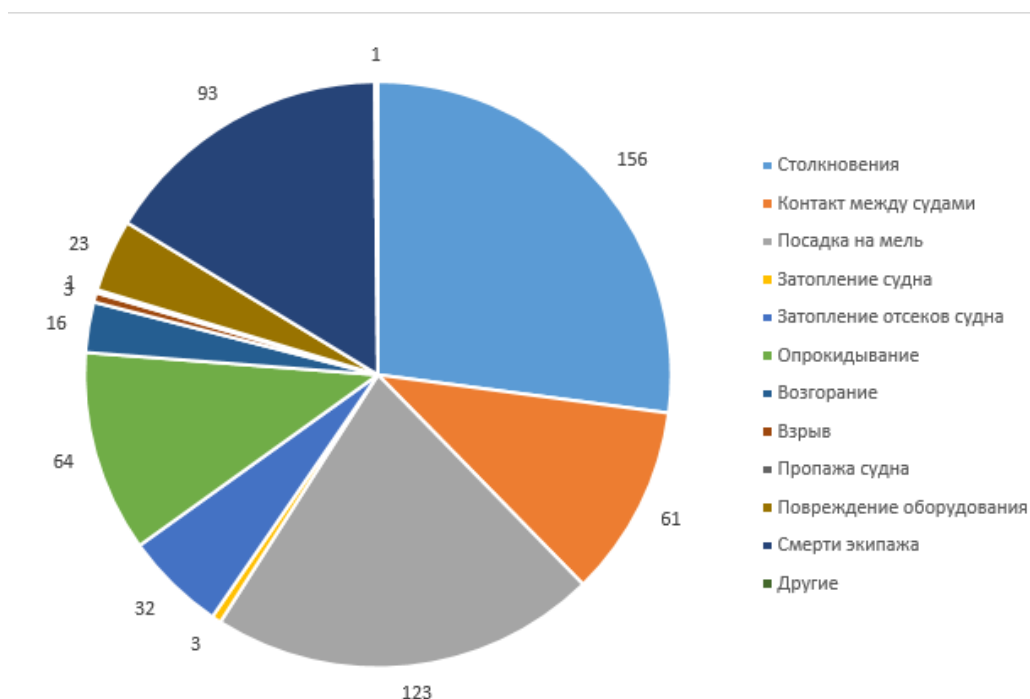


Рисунок 2 – Количество морских происшествий в 2021 г. на 31 октября

Исходя из показанной выше статистики, можно увидеть, что столкновения судов являются самым частым происшествием в море из всех представленных. Для унификации правил предотвращения столкновения судов в море в 1972 г. была разработана специальная конвенция «Правила предупреждения столкновений судов в море» (ППСС) – универсальный договор между 153 странами-участниками. Данный сборник правил кажется отправной точкой для разработки системы принятия решений в сфере искусственного интеллекта (далее ИИ) и автоматизации, однако на практике были выявлены некоторые трудности для полноценного использования ИИ в условиях глубокого и машинного обучения. Одной из

главных проблем для использования ИИ вместо человека в случае риска столкновения судов является то, что правила ППСС были разработаны для столкновений судно-судно (т.е. двух судов) и в подобных случаях большую роль играет «социальная навигация» между капитанами судов, подвергшихся риску столкновения, поэтому, несмотря на точные формулировки ППСС, действия при подобном риске могут зависеть от чутья штурмана и его способности к адаптации в той или иной ситуации.

Рассмотрим сценарий, который продемонстрирует отсутствие четкости, а значит и невозможности сепаративного использования ИИ, в предотвращении столкновений. Когда два судна при хорошей видимости движутся, создавая риск столкновения, судно А (уступающее судно), по правый борт которого находится судно В, должно, насколько возможно, предпринять существенные и своевременные меры для того, чтобы уступить ему дорогу (правила 8 и 16 ППСС), а судно В должно соблюдать положенные курс и скорость для обхода судна А (правило 17 ППСС). В нашем сценарии (рис. 3) судно А в большинстве случаев изменит свой курс на правый борт (обозначим пунктирной линией) и позволит судну В сохранить свои скорость и курс для прохождения по левый борт судна А, после чего судно А сможет скорректировать свой курс.

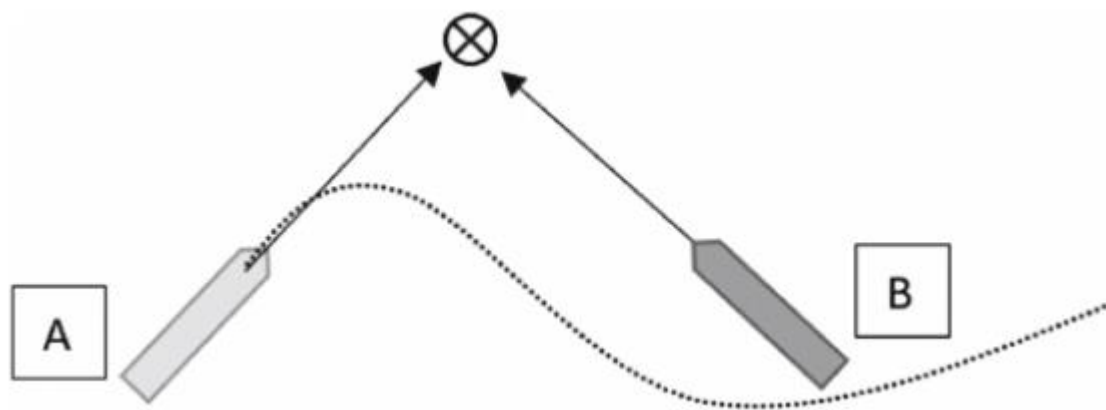


Рисунок 3 – Перекрестное движение между двумя судами

Согласно резолюции ИМО А.893 все суда до начала рейса должны разработать рейсовый план. Рейсовый план – это комплексное руководство, разработанное и используемое экипажем судна на мостике для определения наиболее благоприятного маршрута, выявления потенциальных проблем и опасностей на маршруте и обеспечения безопасного рейса. После определения навигационных опасностей в пределах параметров, установленных оператором, маршрут загружается в бортовую навигационную систему и отслеживается в судовой электронной картографической и информационной системе (ECDIS). Любое значительное отклонение от отслеживаемого маршрута может привести к переходу судна в непроверенные воды. Возможный альтернативный контролируемый маршрут для судна А в ситуации пересечения изображен на рис. 4.

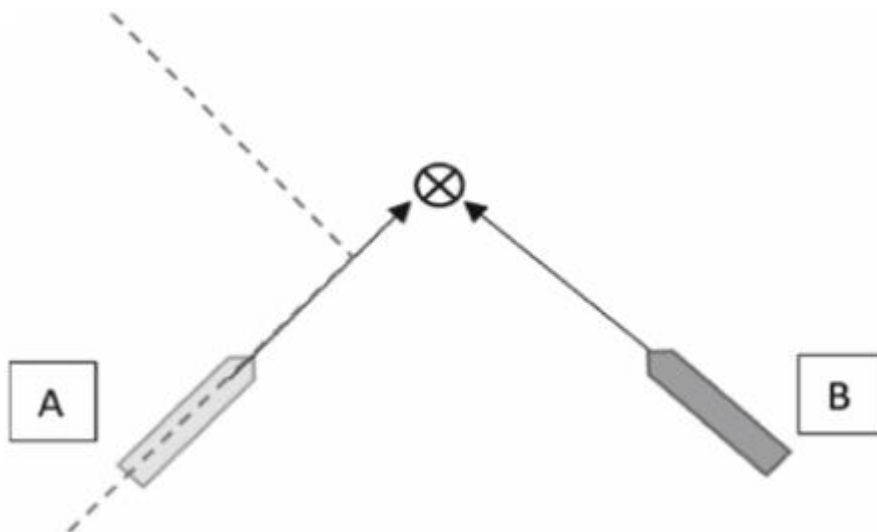


Рисунок 4 – Ситуация пересечения между двумя судами с одним отображенным маршрутом

В процессе принятия решения об избегании сближения с судном В, вахтовый помощник на судне А может выбрать следующие варианты действия (рис. 5):

1. «Не обращать внимания» на отслеживаемый маршрут, строго следовать ППСС и позже вернуться на линию маршрута;
2. Принять меры во избежание ситуации столкновения заранее и повернуть в порт, т.е. сократить отслеживаемый маршрут;
3. Следовать запланированному маршруту, но связаться с судном В, чтобы информировать его о запланированных действиях;
4. Снизить скорость и продолжить движение по отслеживаемому маршруту (пропустить вперед судно В).

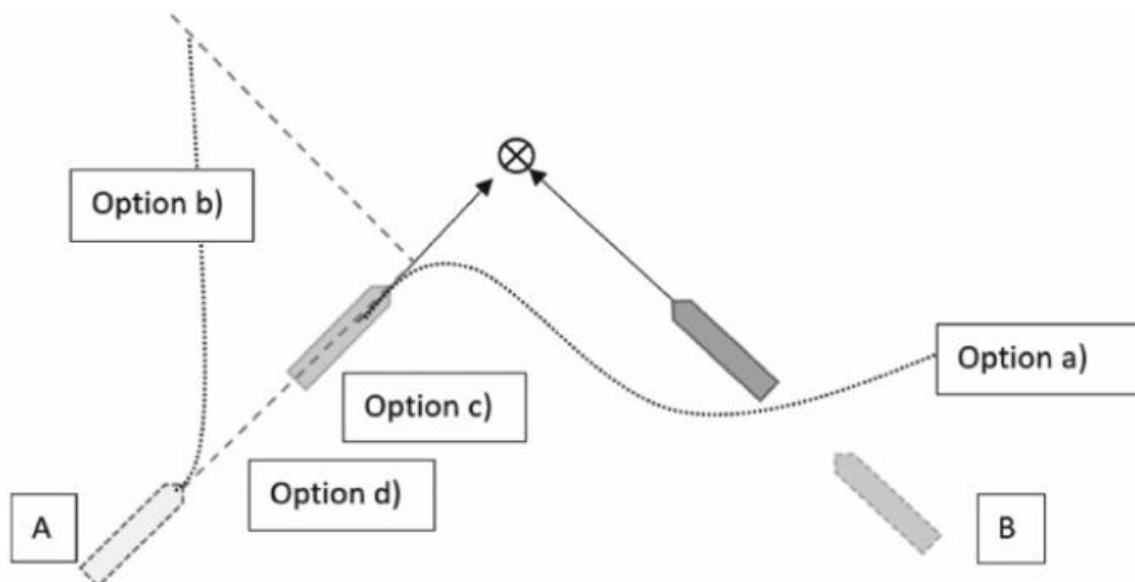


Рисунок 5 – Возможные действия для судна А в случае риска столкновения

Это дерево решений основывается на предположении, что судно В будет сохранять свой курс и скорость и не будет иметь никакой информации о маршруте судне А. Ни одно из описанных выше действий явно не противоречит ППСС и при принятии решения вахтенный помощник будет рассматривать (среди других параметров):

- I. Если отклонение от маршрута является безопасным в связи с приближением любых иных навигационных опасностей;
- II. Плотность движения и возможные последствия принятого решения в будущем;
- III. Маневренность и скорость собственного судна;
- IV. Состояние видимости;
- V. Состояние ветра, моря и течения и их влияние на судно;
- VI. Осадка по отношению к имеющейся глубине;
- VII. Характеристики встречного судна (тип судна, скорость, размер и т.д.).

Исходя из описанных выше ситуаций, возможны несколько навигационных решений в ситуации с риском столкновения, следовательно, проблема ППСС заключается в том, что правила конвенции не зависят от конкретных действий и факторов, и поэтому индивидуальные интерпретации в любой ситуации будут зависеть от самой ситуации или даже от местных практик, что делает невозможным задание алгоритма для ИИ для решения подобных ситуаций при их возникновении. Эта проблема будет только разрастаться по мере увеличения трафика, ухудшения погодных условий и т.д. Но перспективы у полностью автоматизированных судов все же есть.

Существующие системы оценки безопасности судов, например, формализованная оценка безопасности (FSA) рассматривают риск (R) возникновения неблагоприятного события на море как комбинацию вероятности (probability –P) и последствий (consequence – C) наступления опасного события, т.е. [4]

$$R = P * C, \quad (1)$$

Рекомендуется использовать логарифмическую шкалу и представлять выражение (1) в виде:

$$\text{Log}R = \log P + \log C, \quad (2)$$

Следовательно, показатель риска (Risk Index –R) может быть получен сложением показателей вероятности (частоты) и серьезности последствий наступления опасного события:

$$R_i = F_i + S_i, \quad (3)$$

где  $F_i$  – индекс частоты (вероятности) события;

$S_i$  – индекс серьезности последствий (Severity Index).

ИИ уже не первый год принимает непосредственное участие во всех сферах человеческой деятельности. Невозможно не оценить его влияние и в сфере транспортировки грузов морским транспортом. В настоящее время ведутся разработки, а также тестируются полностью автоматизированные и автономные суда без экипажа.

Так, в 2018 г. компанией Rolls-Royce [5] был представлен первый в мире беспилотный паром. Паром под названием Falco (рис. 6) использует технологии Rolls-Royce Ship Intelligence для автономной навигации во время своего рейса между Парайненом и Наво. Судно обнаруживало посторонние объекты при помощи сенсорного сканирования и ИИ, благодаря чему предотвращало столкновения. Также судно продемонстрировало успешное

автоматическое причаливание, и все это было достигнуто без какого-либо человеческого вмешательства.



Рисунок 6 – Полностью автоматизированный паром Falco компании Rolls-Royce

Еще один грандиозный проект разрабатывает компания ZeTeM [6], его целью является создание автоматизированной системы для предотвращения столкновений между морскими судами.

Также в настоящее время Rolls-Royce работает над проектом Advanced Autonomous Waterborne Applications Initiative (AAWA). Предполагаемая дата его завершения установлена на 2035 г. [7]

Такие проекты доказывают, что хоть и концепция полностью автономного судна в настоящее время находится еще в разработке из-за проблем, связанных с нормативной базой использования данных технологий, безопасностью их эксплуатации, способа навигации, а также защиты от проникновения на борт такого судна. Но все же существует необходимость в создании систем, осуществляющих планирование маршрутов и маневров на основе ИИ.

Развитию любой новой технологии сопутствуют соответствующие риски. Работа над созданием и внедрением ИИ в нашу жизнь тому подтверждение. Главной проблемой на данный момент является недостаточное покрытие водного пространства интернет-соединением. ИИ требует постоянного поиска свежей информации. Здесь работает принцип: чем больше, тем лучше. Еще одной не менее важной проблемой является кибербезопасность. Если специалистам в области информационных технологий удастся обойти системы защиты государственных секретных структур, то проникнуть в систему судна не составит большого труда.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Allianz Global Corporate & Specialty. Safety and shipping review 2020. – 2020. – [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.agcs.allianz.com/content/dam/onemarketing/agcs/agcs/reports/AGCS-Safety-Shipping-Review-2020.pdf> (дата обращения 27.11.2021).
2. Allianz Global Corporate & Specialty. Shipping safety – Human error comes in many forms. – 2020. – [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.agcs.allianz.com/news-and-insights/expert-risk-articles/human-error-shipping-safety.html> (дата обращения 27.11.2021).

3. Электронная статистика за 2021 год. Japan Transport Safety Board. – 2021. – [Электронный ресурс]. URL: [https://www.mlit.go.jp/jtsb/statistics\\_mar.html](https://www.mlit.go.jp/jtsb/statistics_mar.html) (дата обращения 27.11.2021).

4. Топалов, В. П. Риски в судоходстве / В. П. Топалов, В. Г. Торский. – Одесса: Астропринт, 2007. – 368 с.

5. Rolls-Royce and Finferries demonstrate world`s first Fully Autonomous Ferry. – 2018. – [Электронный ресурс]. URL: <https://www.rolls-royce.com/media/press-releases/2018/03-12-2018-rr-and-finferries-demonstrate-worlds-first-fully-autonomous-ferry.aspx> (дата обращения 27.11.2021).

6. Christof Büskens. AG Optimierung und Optimale Steuerung. – 2018. – [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.math.uni-bremen.de/zetem/cms/detail.php?id=14383> (дата обращения 27.11.2021).

7. Rolls-Royce. Autonomous ships. The next step. – 2016. – [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.rolls-royce.com/~media/Files/R/Rolls-Royce/documents/%20customers/marine/ship-intel/rr-ship-intel-aawa-8pg.pdf> (дата обращения 27.11.2021).

## ARTIFICIAL INTELLIGENCE AND AUTOMATIZATION IN SHIPPING NAVIGATION. REDUCING HUMAN INFLUENCE

A.M. Gladkova, student,  
e-mail: [alina.gladcova2014@yandex.ru](mailto:alina.gladcova2014@yandex.ru)  
Baltic Fishing Fleet State Academy

M.V. Marushevskiy, student,  
e-mail: [maxonxprojects@gmail.com](mailto:maxonxprojects@gmail.com)  
Baltic Fishing Fleet State Academy

O.G. Faustova, PhD, Associate Professor,  
e-mail: [faustovaoksana@gmail.com](mailto:faustovaoksana@gmail.com)  
Baltic Fishing Fleet State Academy

The human factor often causes many disasters and accidents all around the world and scientists are seriously thinking of replacing humans in a large number of professions in the closest future. Artificial intelligence has been being used in all areas of human life and shipping navigation is not an exception. The exploitation of system to aid decision making with deep learning machine is not only limited by assisting in route planning, but also on extending risks of collision avoidance at sea. The basis for machine learning is different conventions, which are unified rules governing certain areas of shipping navigation. However, any modernization is associated with solid risks. This article is focused on assessing not only such risks, but also the prospects for the automatization of shipping in general.

**Key words:** *Shipping Navigation, Artificial Intelligence, Assessment of risks*