Научные труды Дальрыбвтуза. 2024. Т. 69, № 3. С. 215–222.
Scientific Journal of the Far Eastern State Technical Fisheries University. 2024. Vol. 69, no 3. P. 215–222.

СУДОВЫЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ УСТАНОВКИ И ИХ ЭЛЕМЕНТЫ
(ГЛАВНЫЕ И ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЕ)

Научная статья
УДК 656.085
DOI: doi.org/10.48612/dalrybvtuz/2024-69-21
EDN: VHJKVH

О специфике пожаров в машинном отделении

Виталий Витальевич Ганнесен[1], Екатерина Евгеньевна Петрова[2]
[1, 2] Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет, Владивосток, Россия
[1] gannesen.vv@dgtru.ru
[2] pillers@mail.ru

Аннотация. С развитием мировой океанической инженерии все больше внимания уделяется вопросу возникновения пожаров на морских судах. Только за период 2023 г. зафиксированы сотни аварий, вызванных пожарами. Большинство пожаров на судах возникают в машинном отделении, где в изобилии присутствуют три компонента пожара: топливо, кислород и источник возгорания. Они не только вызывают пожар, но также подпитывают его и усиливают. Возникновение и развитие пожаров в машинном отделении характеризуются быстрым распространением огня и большой сложностью тушения пожаров. По этой причине пожарная безопасность в первую очередь заключается в предотвращении возгораний и только потом в своевременном обнаружении и эффективном тушении пожара. В настоящее время пожар остается основной причиной потерь судов. Ущерб от пожара можно существенно уменьшить, сократив время реагирования на обнаружение пожара и приняв эффективные меры по борьбе с пожаром.

***Ключевые слова*:** безопасность мореплавания, пожар в машинном отделении, аварийность морских судов, борьба с пожаром, тренажерная подготовка

Для цитирования: Ганнесен В. В., Петрова Е. Е. О специфике пожаров в машинном отделении // Научные труды Дальрыбвтуза. 2024. Т. 69, № 3. С. 215–222.

© Ганнесен В. В., Петрова Е. Е., 2024

MARINE POWER PLANTS AND THEIR ELEMENTS (MAIN AND AUXILIARY)

Original article

About the specifics of fires in the engine room

Vitalii V. Gannesen[1], Ekaterina E. Petrova[2]
[1, 2] Far Eastern State Technical Fisheries University, Vladivostok, Russia
[1] gannesen.vv@dgtru.ru
[2] pillers@mail.ru

Abstract. With the development of global ocean engineering, the issue of fire occurrence on marine vessels is receiving more and more attention. Hundreds of accidents caused by fires have been recorded in the period of 2023 alone. Most fires on ships occur in the engine room, where the three components of fire are abundant: fuel, oxygen and ignition source. These not only cause the fire, but also fuel and intensify it. The occurrence and development of engine room fires are characterized by rapid fire spread and great difficulty in extinguishing fires. For this reason, fire safety is primarily about preventing fires, and only then about timely detection and effective fire suppression. Currently, fire remains the main cause of ship losses. Fire damage can be significantly reduced by reducing the response time to fire detection and by taking effective fire fighting measures.

Keywords: safety of navigation, fire in the engine room, accident rate of ships, fire fighting, simulator training

For citation: Gannesen V. V., Petrova E. E. About the specifics of fires in the engine room. *Scientific Journal of the Far Eastern State Technical Fisheries University*. 2024; 69(3): 215–222. (in Russ.).

Введение

Безопасность является важнейшей проблемой в морском судоходстве, но предсказывать и предотвращать возникновение аварий по-прежнему сложно, поскольку причиной аварии является множество факторов. В частности, аспекты человеческого фактора в эксплуатации судна на море являются одним из существенных факторов, способствующих возникновению аварий. Прошлые исследования показывают, что человеческая ошибка тесно связана с авариями, составляя от 65 до 90 %.

Мировая статистика регистрируемых аварийных случаев, представленная Международной морской организацией (ИМО – IMO), показывает, что в ряду аварийных случаев (АС), классифицируемых как «серьёзные» и «очень серьёзные», преобладают пожары (рис. 1) [1, 3].

Наибольшую опасность для большинства типов судов представляет пожар в машинном отделении, поскольку кроме непосредственной опасности от распространения огня и дыма судно при этом теряет возможность движения. Потеря возможности движения – это во многих ситуациях отсроченная опасность гибели судна: выброс судна на берег; разворот лагом к волне во время шторма с дальнейшим опрокидыванием; блокирование в ледовых полях с дальнейшим повреждением обшивки и затоплением [2].

Материалы и методы

В мировой статистике аварийных случаев основная доля приходится на пожары, столкновения и посадки на мель (рис. 1) [3]. Существенная часть этих аварий, так или иначе, связана с ненадлежащей эксплуатацией главных и вспомогательных двигателей, а также котлов. Среди основных причин возникновения пожара в машинном отделении являются утечки топлива, неисправности электрооборудования, механизмов и котлов, нарушения ППБ при ремонтных работах и ряд других причин [1]. Распространению пожаров в машинных помещениях способствует высокая насыщенность их оборудованием, трубопроводами горюче-смазочных жидкостей под давлением, наличие поверхностей с высокой температурой нагрева, расходных цистерн и цистерн с запасами топлива и масел для механизмов, сепараторов и подогревателей жидкого топлива и смазочных масел, а также разветвленной сети кабельных трасс. При воспламенении горюче-смазочных материалов возникает интенсивное горение, сопровождающееся плотным задымлением и быстрым повышением температуры в аварийном помещении [3, 4].

Пожары на морских судах являются самой большой проблемой безопасности в судоходной отрасли. По данным ИМО (2021), 270 из 1400 аварий, зарегистрированных в период с 2013 по 2023 гг., были связаны с пожарами и взрывами, что составляет 19,2 % зарегистрированных инцидентов. Пожары в машинном отделении составили более 75 % всех пожаров на судах [1].

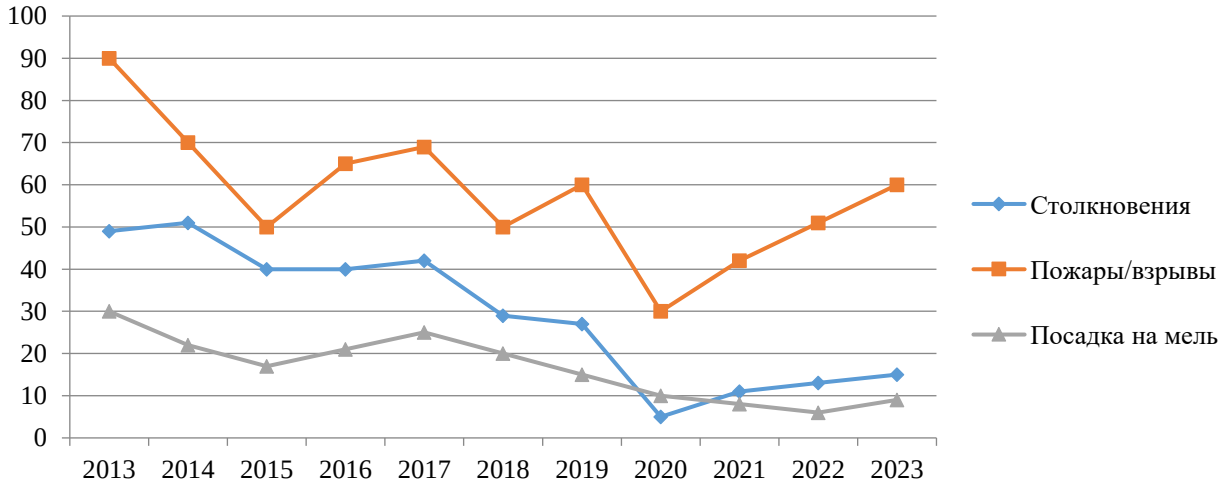

Рис. 1. Данные ИМО по наиболее массовым видам аварий, классифицируемых как серьёзные и очень серьёзные аварии [3]. Составлено авторами
Fig. 1. IMO data on the most widespread types of accidents classified as serious and very serious accidents. Compiled by the authors

Статистика, опубликованная Ассоциацией морских страховщиков Северной Европы (CEFOR), показывает, что в период с 2019 по 2023 гг. наблюдался резкий рост пожаров в машинном отделении (рис. 2). Предварительные данные, собранные из открытых источников, указывают на то, что эта тенденция касается всего мирового флота и что в период с 2022 по 2023 гг. количество пожаров в машинном отделении осталось на том же уровне, что и в 2021 г. [5].

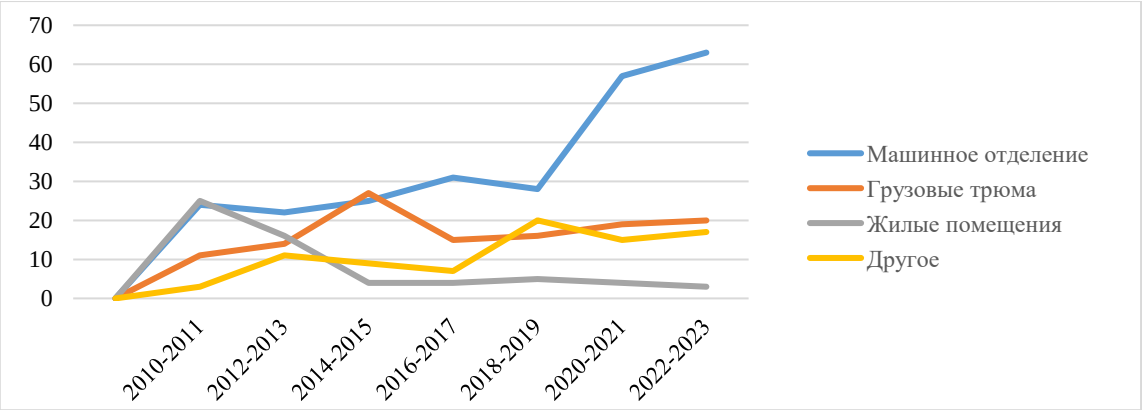

Рис. 2. Места возникновения пожаров на борту (Источник: Ассоциация морских страховщиков Северной Европы) [5]. Составлено авторами
Fig. 2. Places of fires on board (Source: Association of Marine Insurers of Northern Europe) [5]. Compiled by the authors

В отчете, опубликованном ClassNK, доля судов, поврежденных пожарами в машинном отделении за 2021–2023 гг., составила 75 %, из них 52 % более непригодны к плаванию [6].

Согласно статистическим данным мирового страховщика Allianz Global, в 2023 г. было зарегистрировано более 200 случаев пожаров (205) – второй по величине показатель за десятилетие после 2022 г. За 2023 г. пожар был второй по значимости причиной опрокидывания судов в 54 авариях с судами [7]. В отчетах по безопасности Allianz Global было особо отмечено, что степень ущерба и сложность тушения пожаров в машинных отделениях намного превышают опасность пожаров, возникающих в таких зонах, как жилые помещения и грузовые трюмы [7]. 10-минутная задержка в тушении пожара в машинном отделении может обойтись в 200 000 долларов США, в то время как 20-минутная задержка может обойтись в 2 000 000 долларов США [6]. За последние пять лет было подано более 43 000 страховых исков в связи с пожарами на судах, что является самой дорогой причиной убытков [7].

Статистика аварийных случаев (АС) с судами, работающими под флагом Российской Федерации, представляемая Госморречнадзором, не выводит пожары на лидирующие позиции (рис. 3) [8, 9]. Однако тут нужно учитывать особенности регистрации АС: в отличие от других АС, приведенных в графике статистики, не всякое возгорание приводит к утрате мореходных качеств судна или травмам/гибели людей. Расследования по пожарам производятся, как правило, только тогда, когда избежать регистрации и расследования невозможно. Реальное количество возгораний на судах кратно превосходит количество зарегистрированных случаев убытков [10]. Что касается динамики аварийности, то число пожаров на морских судах остается практически неизменным за последнее десятилетие, хотя имеет небольшую динамику роста в 2023 г.

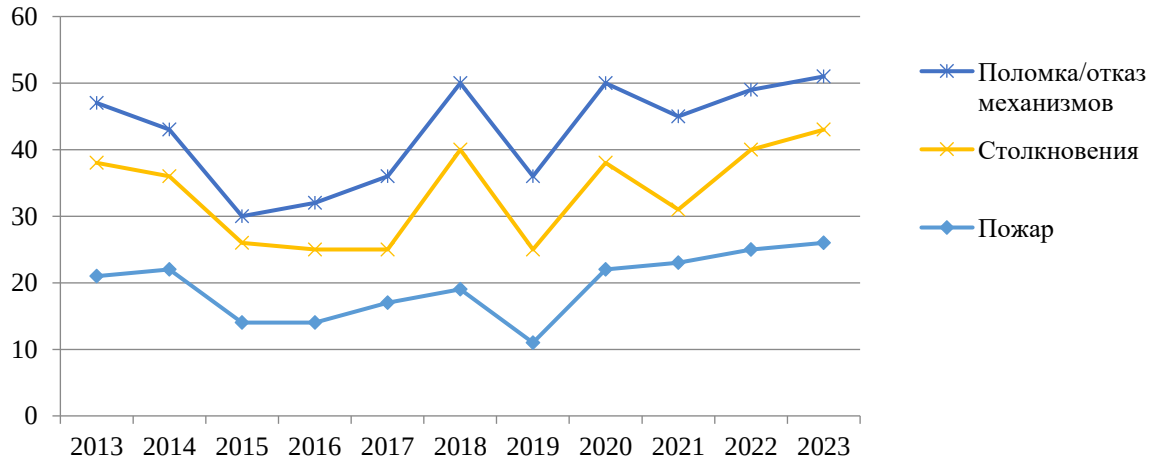

Рис. 3. Тенденция аварийности морских судов за 2013–2023 гг. по данным Ространснадзора. Составлено авторами
Fig. 3. The trend of accidents of marine vessels for the period 2013–2023 according to Rostransnadzor. Compiled by the authors

Обсуждение

Хорошо известно, что пожары на судах требуют больших усилий для борьбы, ставят всех находящихся на борту в опасную для жизни ситуацию и представляют чрезвычайную опасность для судна. Пожары в машинном отделении особенно трудно поддаются тушению из-за обилия элементов «пожарного треугольника» (тепла, горючих материалов и кислорода) и сложной архитектуры отсека.

В связи с ростом числа пожаров в машинных отделениях Парижский и Токийский меморандумы о взаимопонимании 1 сентября 2023 г. запустили кампанию концентрированных проверок (CIC) по пожарной безопасности. В рамках CIC основное внимание уделяется средствам контроля и тушения пожаров с помощью противопожарных заслонок, противопожарных дверей и систем пожаротушения. Несмотря на множество новых и существующих правил и превентивных мер для повышения безопасности судов, возникновение пожаров на морских судах все еще не удается предотвратить.

Машинное отделение судна является наиболее пожароопасной зоной. В нем может размещаться до 130 различных типов машин с соответствующими рисками. Там также размещаются различные резервуары с топливом для главного двигателя и котлов, смазочными маслами, химикатами и т.д. Все эти элементы связываются большим количеством трубопроводов, на которых могут быть утечки, как правило, в местах соединения. Поскольку горюче-смазочные материалы (ГСМ) имеют относительно невысокую температуру воспламенения, а температура некоторых поверхностей элементов машинного отделения в рабочем режиме высокая, то вероятность возгорания при наличии утечек всегда высока. Основными участками возгорания в машинном отделении являются горячие выпускные коллекторы двигателей, котлы и индикаторные клапаны двигателей. Когда легковоспламеняющиеся жидкости вытекают, разбрызгиваются или распыляются на открытую высокотемпературную поверхность, они могут воспламениться.

По имеющимся данным, до 70 % всех пожаров в машинном отделении возникают из-за утечек топлива. SOLAS Ch II-2 Reg 4 para 2.2.6 требует, чтобы поверхности с температурой 220 °C и выше были надлежащим образом изолированы.

Если опасность возгорания ГСМ всем очевидна, понятна, и правила пожарной безопасности при обращении с ГСМ, как правило, стараются соблюдать, то о проблеме риска

возгорания сажи часто либо забывают, либо вообще не знают, при том что данный вид пожара значительно более сложен для тушения и требует более квалифицированной подготовки как практической, так и теоретической. Дело в том, что в машинном отделении размещаются различные устройства, по которым проходит дым от сжигаемого топлива: дымовые трубы главного двигателя, паровые котлы, воздухоподогреватели. Суть проблемы состоит в том, что при отводе дымовых газов в неровностях каналов может накапливаться сажа, являющаяся по сути аморфным углеродом. Эти каналы в рабочем режиме имеют высокую температуру, но недостаток кислорода не позволяет отложившейся саже гореть.

Наиболее распространенной ошибкой экипажа, приводящей к возникновению пожара, является попытка ускоренного обслуживания устройства, когда внешний воздух запускается внутрь неостывшего устройства. В таком случае воспламенение сажи развивает высокотемпературное горение, которое может достигать 1200 ºС. Сложность тушения такого пожара состоит в том, что если, подавая воду, не обеспечить очень быстрое охлаждение ниже 800 ºС, то начнется процесс горения железа в паре (процесс Лейни), для которого уже не требуется кислород из воздуха. Такое развитие пожара характерно для паровых котлов, где изначально имеется вода, обеспечивающая горение железа с выделением свободного водорода, представляющего угрозу взрыва. Спецификой тушения таких пожаров является то, что вместо полной герметизации помещения, в котором идет пожар (как это делается при пожаре в большинстве судовых помещений), необходимо обеспечивать вытяжную вентиляцию для удаления водорода, паров воды и других горячих газов.

Расследование пожара [8], произошедшего 21.04.2023 на среднем добывающем судне «КАЛТАН», находившемся в территориальных водах Республики Корея, высветило одну типичную ошибку в организации пожарной безопасности, характерную для многих судов – небезопасное место хранения снаряжения пожарных. Несмотря на то, что в «выводах» и «извлеченных уроках» расследования это не упоминается, однако материалы содержат информацию о том, что дымом и пламенем был отрезан доступ к месту хранения снаряжения пожарных. В результате этого у экипажа не было возможности обеспечить эвакуацию людей из задымленных помещений, произвести герметизацию закрытий и эффективно бороться с пожаром во внутренних помещениях. В результате пожара погибли 4 человека и судно выведено из эксплуатации. На основании анализа напрашивается вывод о том, что хотя бы один из постов хранения снаряжения пожарных должен иметь доступ с открытой палубы.

Ключевыми факторами, влияющими на эффективность подавления пожара, является то, как быстро начнется тушение, и насколько действия пожарных будут адекватны складывающейся обстановке. И то и другое зависит от уровня подготовки экипажа. Но если быстрота организации тушения зависит в первую очередь от частоты и качества проводимых тренировок, то адекватность действий во многом определяется теоретической подготовкой.

Поскольку тушение пожара никогда не имеет гарантии успешного завершения, то первоочередной задачей в борьбе с пожаром является недопущение его появления. Именно на эту задачу должно отводиться значительное внимание при подготовке экипажей как в береговых учебно-тренажерных центрах, так и на судах в море при проведении учений и тренировок.

На решение задач теоретической и практической подготовки ориентирована подготовка экипажей судов в специализированных учебно-тренажерных центрах [11], где обучение членов экипажей предусматривает возможность бороться с пожарами в информированном, эффективном и скоординированном режиме. Режим обучения при этом должен учитывать любые варианты развития событий, а упражнения должны быть достаточно правдоподобными, чтобы члены экипажей смогли связать их с реальными сценариями.

Для получения практических навыков тушения пожаров в составе ФГБОУ ВО «Дальрыбвтуз» имеется тренажер производства ООО «ПКФ «БК-студия» «Огневой полигон «Лава», представляющий собой учебно-тренировочный комплекс в виде металлоконструкции

контейнерного типа с расположенными внутри тренажерами, имитирующими возгорание бытовых и промышленных объектов.

В представленном комплексе созданы условия, способствующие получению следующего практического опыта:

– психологическая подготовка для работы с огнем;

– тушение объектов интерьера жилых помещений;

– ориентация в обстановке жилого помещения среди предметов бытового назначения, охваченных огнем;

– поиск пострадавшего в жилом помещении;

– ориентация в обстановке промышленного помещения среди оборудования, охваченного огнем;

– тушение возгорания газовых баллонов;

– тушение возгорания газового трубопровода;

– перекрытие подачи газа на линии трубопровода;

– имитация отключения электропитания в условиях задымления помещения и огневой завесы.

Заключение

Несмотря на вводимые новые руководящие документы и множество уже существующих правил и процедур для повышения безопасности, возникновение пожаров на морских судах является наиболее распространенным и опасным видом аварийных случаев. Поскольку в основе каждого случая лежит человеческий фактор, то и решение задачи снижения как количества пожаров, так и тяжести последствий пожара следует проводить через качественную подготовку экипажей судов.

Теоретическая подготовка должна формировать общее понимание природы пожаров, причин и мест возникновения, путей распространения, способов тушения и приёмов, обеспечивающих безопасность огнеборцев, но в первую очередь должно формироваться понимание важности профилактики возникновения пожаров.

Эффективным инструментом для формирования навыков борьбы с огнем являются специализированные тренажеры, позволяющие реалистично имитировать пожар на судне.

Важным психологическим фактором в понимании степени опасности и формировании чувства ответственности являются детальные рассмотрения материалов расследования реальных пожаров.

Список источников

1. Международная морская организация (ИМО). Глобальная интегрированная система информации о судоходстве (GISIS); Международная морская организация: Лондон, Великобритания, 2019 [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://www.imo.org/ (дата обращения : 15.09.2024).

2. Новостной портал Brighthubengineering [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://www.brighthubengineering.com/marine-engines-machinery/63246-marine-engine-room-fire-protection-systems/ (дата обращения : 02.09.2024).

3. Соловьева, Е. Е. Тенденции аварийности морских судов / Е. Е. Соловьева, В. В. Ганнесен // Науч. тр. Дальрыбвтуза. 2022. Т. 62, № 4. С. 118–125. EDN CMKBUT.

4. Шарапов, С. В. Анализ информации о пожарах на судах и о практике их тушения в портах / С. В. Шарапов, А. С. Крутолапов, Н. Н. Копейкин // Пожаровзрывобезопасность. 2017. Т. 26, № 1. С. 52–60. DOI 10.18322/PVB.2017.26.01.52-60. EDN XWVMLF.

5. Официальный сайт Ассоциации морских страховщиков Северной Европы [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://cefor.no/statistics/ (дата обращения : 02.09.2024).

6. ClassNK. Руководство по предотвращению человеческих ошибок на борту судов; ClassNK: Токио, Япония, 2010 [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://www.Technical Rules and Guidance | ClassNK - English (дата обращения : 09.09.2024).

7. Allianz. Отчет о безопасности и судоходстве 2023 г .; Allianz: Шанхай, Китай, 2021 г. [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://www.Safety & Shipping Review 2021: Shipping Industry Trends (дата обращения : 15.09.2024).

8. Официальный сайт Госморречнадзор Gosmorrechnadzor [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://rostransnadzor.gov.ru/rostransnadzor/podrazdeleniya/sea (дата обращения : 14.09.2024).

9. Ганнесен, В. В. О доступности материалов расследования аварий морских судов / В. В. Ганнесен, Е. Е. Петрова // Научные труды Дальрыбвтуза. 2023. Т. 66, № 4. С. 153–161. DOI 10.48612/dalrybvtuz/2023-66-19. EDN XXUXOR.

10. Ганнесен, В. В. О методологии расследования морских аварий / В. В. Ганнесен, Е. Е. Соловьева // Актуальные проблемы развития судоходства и транспорта : материалы Нац. науч.-техн. конф. с международным участием, Владивосток, 16–17 ноября 2022 года. Владивосток: Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет, 2022. С. 7–11. EDN BQXHUL.

11. Бордюг А. С. Проблематика вопроса борьбы с пожарами в морской отрасли // Современные тенденции практической подготовки в морском образовании : материалы I Нац. науч.-практ. конф., Керчь, 21–22 февраля 2020 года. Керчь: ФГБОУ ВО «Керченский государственный морской технологический университет», 2020. С. 254–257. EDN BMDBEJ.

Информация об авторах

В. В. Ганнесен – доцент, доцент кафедры судовождения, AuthorID: 812731.

Е.Е. Петрова – старший преподаватель кафедры судовождения, AuthorID: 1108787.

Information about the authors

V. V. Gannesen – Associate Professor, Associate Professor of the Department of Navigation, AuthorID: 812731.

E. E. Petrova – Senior Lecturer of the Department of Navigation, AuthorID: 1108787.

Статья поступила в редакцию 20.09.2024; одобрена после рецензирования 30.09.2024; принята к публикации 01.10.2024.

The article was submitted 20.09.2024; approved after reviewing 30.09.2024; accepted for publication 01.10.2024.