

УДК 629.12.001.2

DOI: 10.34046/aumsuomt95/12

ПРИЧИНЫ АВАРИЙНЫХ ОТКАЗОВ СУДОВЫХ ДИЗЕЛЕЙ В ДВ РЕГИОНЕ ЗА 2016 ГОД

М. В. Гомзяков, кандидат технических наук

В статье рассмотрены аварийные отказы судовых двигателей в дальневосточном регионе в течение 2016 года и причастность человеческого фактора к происшествию. Степень участия эргатического элемента оценивается в дисфункции стандартов компетентности и нарушениях обязательных требований. Суммарная доля аварийных отказов судовых технических средств составила в 2016 году 32,2%, включая поломки главных двигателей, доля которых превысила 15 % общего количества морских аварий в ДВ регионе.

Все отказы произошли при участии эргатического элемента. Ответственность каждого причастного к аварии лица оценивалась количеством нарушений обязательных требований в рамках конвенционной функции «техническое обслуживание и ремонт». Основная доля девиантной эксплуатации главных двигателей приходится на уровень управления. Характерными причинами поломок являются несоблюдение обязательных нормативных требований: Правил технической эксплуатации; Устава службы; Кодекса торгового мореплавания; технических инструкций.

Ключевые слова: главный двигатель, аварийный случай, человеческий фактор, эргатический элемент, функционально-уровневая оценка.

The article contains emergency failures of ship's main engines in the Far Eastern region during 2016 under the influence of the human factor to the accident. The degree of participation of the ergatic element is assessed in the dysfunction of competency standards and violations of mandatory requirements.

The total share of ship technical equipment emergency failures amounted to 32.2% in 2016, including damages of the main engines, exceeding 15% of the total number of sea accidents in the Far East region.

All the failures occurred with the participation of an ergatic element. The involvement of each person in the accident was evaluated by the number of violations of mandatory requirements into the convention function "maintenance and repair". The most of engine misuse occurs at the management level. Typical causes of breakdowns are non-compliance with mandatory regulatory requirements: Rules for technical operation; Charter service on ships; Merchant Shipping Code; technical instructions.

Key words: ship main engine, emergency, human factor, ergatic element, functional level assessment.

Введение

Актуальность исследования обусловлена высоким уровнем морской аварийности на судах под российским флагом, как по всей стране, так и по регионам. Девиантная эксплуатация морских судов и судовых технических средств является первопричиной аварийных случаев на море. Доля влияния человеческого фактора на создание аварийной ситуации достигает в некоторые годы 90% и выше [4, 12, 15].

Цель данной работы – функционально-уровневая оценка роли экипажа в создании ситуации для аварийного отказа ГД. К основным задачам следует отнести: структурирование поломок судовых дизелей за ограниченный временной период в отдельном регионе РФ по уровням ответственности судового персонала, установление уровня с максимальной дисфункцией ЭЭ, выработка рекомендаций по минимизации эргатических отказов при эксплуатации СЭУ.

В настоящее время существует достаточное количество работ, посвященных влиянию человеческого фактора на качество эксплуатации флота. Часть работ затрагивают психологические аспекты человеческого фактора [9, 10, 11], компетентности экипажа [17], в других эргатический

элемент рассматривается при математическом моделировании как «черный ящик» [13, 16].

Представляется недооцененным подход, при котором каждая нештатная эксплуатационная ситуация на морском судне оценивается по величине отклонения звеном оператор-машина от стандартов компетентности (дисфункции) на одном из трех уровней ответственности.

Общие положения и понятия

Согласно статистическим данным [4, 12] в 2016 году отмечен рост числа морских аварий в сравнении с предыдущим периодом с 72 до 82, как на судах Минтранса РФ, так и на рыболовных.

Дальневосточный регион, на долю которого приходится более 20% судоходных компаний российской морской отрасли, лидирует также по количеству морской аварийности. На диаграмме (рис. 1) показан дальневосточный «вклад» в аварийность за 2015-2016 гг.

Исследования в рамках заявленной парадигмы показали, что структура морских аварий в регионе за 2016 год следующая (рис. 2): навигационные ошибки (СВ); поломки судовых технических средств (СТС); отказы главных двигателей (ГД); нарушения техники безопасности (ТБ); форс-мажор (ФМ – действие непреодолимой

силы); прочие (намотки). Высокая доля (15%) аварийных отказов ГД под влиянием человеческого фактора позволяет утверждать, что тема исследования является достаточно важной для безопасности мореплавания. Без учета персональной доли

ответственности каждого члена экипажа за аварийную поломку технического средства, задача управления рисками мореплавания становится трудноразрешимой [14].

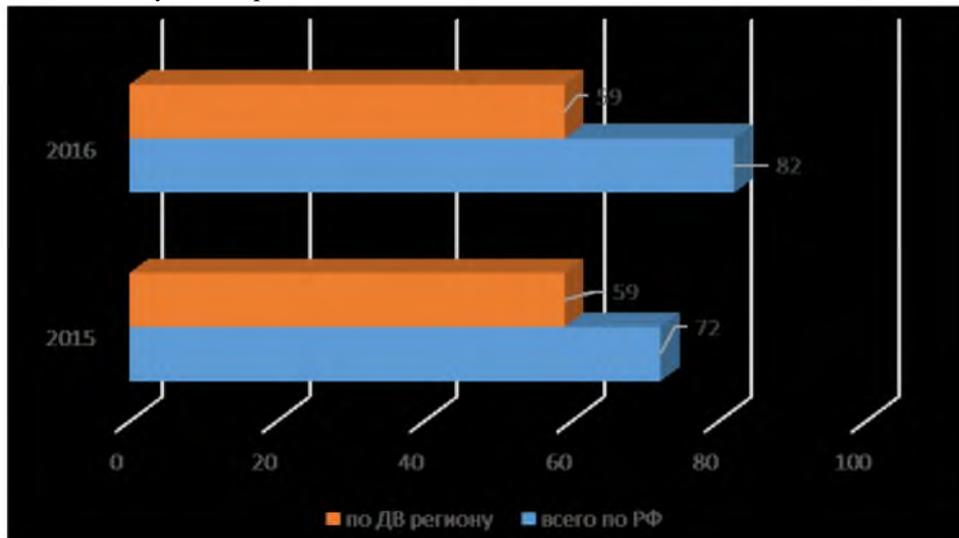


Рисунок 1 – Морская аварийность по РФ и ДВ региону за 2015-2016 гг.

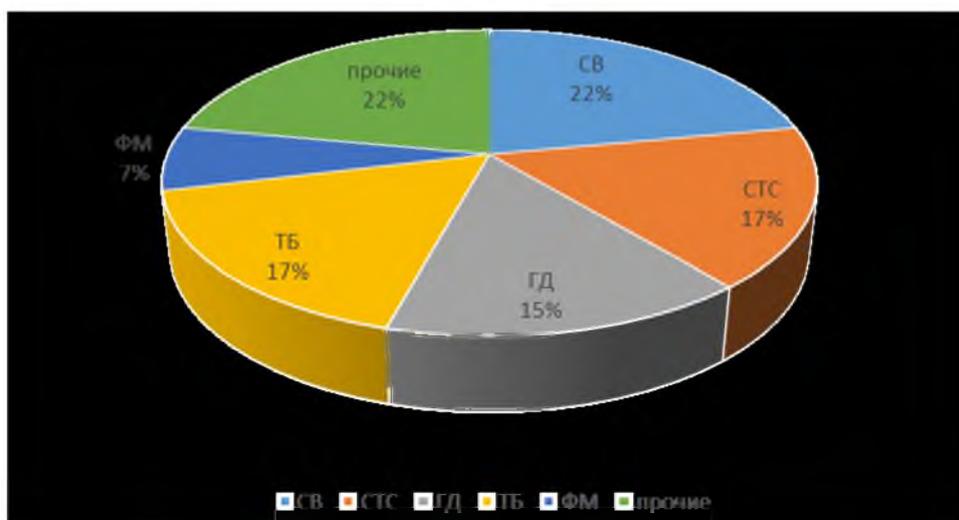


Рисунок 2 – Структура морской аварийности в ДВ регионе в 2016 году

В рамках данной работы произведена функционально-уровневая оценка действий эргатического элемента судовой энергетической системы (СЭУ), которые послужили причинами аварийных отказов главной двигательной установки. Под эргатическим элементом следует понимать членов машинной команды, эксплуатирующих технические средства в соответствии с назначенными функциями и уровнями [1]. Техническое обслуживание и ремонт, которые могут осуществляться на трех уровнях: управления (У), эксплуатации (Э) и вспомогательном (В), регламентируются шестой функцией ПДНВ-78 (6). Дисфункция одного или нескольких ЭЭ, послужившая причиной аварийного отказа дизеля, отмечается в

рамках работы соответственно для каждого причастного к аварии и его уровня. Например, причастность к аварии старшего, второго и вахтенного механиков будет обозначена как У6, У6, Э6.

Исходными данными служат результаты расследований аварийных случаев (АС) в дальневосточных морях за 2016 год [4, 12, 14, 15]. Из всей совокупности происшествий выбраны только случаи аварийных отказов главных двигателей, исключая другие механизмы и системы машинного отделения (МО). В описании предпосылок к каждому из АС приведены обозначения дисфункций [1] и ссылки на обязательные нормативные требования (ОНТ), которые были нарушены экипажем.

Обзор отказов ГД

Апрель. Повреждение главного двигателя 8NVD 48A-2U.

Аварийная остановка главного двигателя (ГД) произошла на вахте 3-го механика по причине срабатывания автоматической защиты по превышению температуры охлаждающей воды пресного контура (95°C). После охлаждения ГД был запущен вновь, промысел продолжался в течение суток, затем были обнаружены протечки воды в картер через цилиндры №№: 1-7. Эксплуатация ГД прекращена до ремонта.

Причиной перегрева дизеля с повреждением элементов уплотнения и протечкой воды в картер, послужило понижение уровня жидкости в расширительной цистерне пресного контура, из-за неисправности системы звуковой сигнализации и ненадлежащего несения вахты.

Предпосылки АС: действия вахтенного механика (ВМХ) и электромеханика, нарушивших [3, 8]; старшего механика (СМХ), нарушившего [3]; судовладельца, нарушившего [8]. Дисфункция по АС: У6, У6, Э6, Э6.

Май. Повреждение главного двигателя 6VDS 48/42 AL-2.

Аварийная остановка дизеля была произведена из-за срабатывания детектора повышения концентрации масляного тумана в картере ГД.

После вскрытия лючков на сетке картера одного из цилиндров была обнаружена металлическая стружка, края вкладыша шатунного подшипника (ШП) в раскрошенном состоянии, выкрашивание самого ШП и нарушение геометрии шатунной шейки коленчатого вала цилиндра.

Предполагаемая экспертами причина: первоначальное повреждение вкладыша ШП из-за ослабления посадки (натяга) и, как следствие, проворачивания вкладышей подшипника. Нарушение геометрии шатунной шейки коленчатого вала цилиндра произошло при вынужденной работе ГД с подключением уже поврежденного цилиндра в целях сохранения мореходных качеств судна в шторм.

Предпосылками аварии послужили ошибочные действия капитана [2], СМХ – [8], второго механика (2МХ) [8], ВМХ [5], судовладельца [5]. Дисфункция по АС: У6, У6, У6, У6, Э6.

Июнь. Самопроизвольная остановка двигателя MAN.

В положении винта регулируемого шага (ВРШ) в позиции «ноль» и при переходе на комбинированный режим, сработала автоматика и произошла остановка ГД № 1 – MAN 1405 кВт. Судно продолжило движение на ГД № 2.

Причиной остановки дизеля послужило разрушение рамовых подшипников из-за поступления воды в один из цилиндров.

Предпосылки АС: нарушение СТМ и судовладельцем планового технического обслуживания (ТО) [7], дисфункция – У6, У6.

Август. Повреждение главного двигателя 8NVD 48A-2U

При работе дизеля появились детонационные стуки в районе одного из цилиндров. С помощью тепловизора была выявлена повышенная на 22 градуса в сравнении с другими температура шатунного подшипника цилиндра. Дефектовка показала: мотылевый подшипник цилиндра имеет риски, натир, рамовый подшипник - провернут в постели.

Причиной аварийного случая послужило недостаточное поступление циркуляционного масла к рамовому и шатунному подшипникам цилиндра.

Предпосылки АС: неудовлетворительное ТО со стороны механической службы судна [5]. Дисфункция – У6, У6.

Октябрь. Срабатывание защиты ГД 8L38

Снижение оборотов двигателя произошло вследствие срабатывания защиты по некритическим параметрам ГД: заклинило топливоподкачивающий насос высокого давления (ТНВД) одного из цилиндров. После замены дефектного узла судно продолжило рейс в штатном режиме.

Причина АС – выход из строя ТНВД.

Предпосылки поломки – дисфункция ЭЭ (СМХ) на уровне управления У6 [7].

Октябрь. Повреждение главного двигателя MAN&B 8L 32/40

Двигатель был остановлен после появления посторонних звуков в районе одного из цилиндров, температура в воздушном ресивере достигла 80°C, газов двух цилиндров 600°C. Датчики температуры выхлопных газов цилиндров ГД были в неисправном состоянии.

Причиной аварийной остановки послужил обрыв выпускных клапанов одного цилиндра под воздействием неконтролируемых высоких температур.

Предпосылкой нарушения регулировки газораспределения явилось отсутствие контроля со стороны СМХ [6, 7] за температурой выхлопных газов, дисфункция У6.

Октябрь. Повреждение ГД MAN B&W 4T
Аварийная остановка дизеля произведена вследствие того, что мощность на гребном валу не соответствовала заданной мощности ГД. На скорости судна 1,5 узла, нагрузке на ГД 88-95%, сработала защита по перегрузке ГД.

Причины аварийного случая: прецизионный преждевременный износ плунжерных пар ТНВД ГД вследствие длительной работы дизеля на не установленном заводе-изготовителем тяжелом топливе, что привело к отсутствию распыла топлива в цилиндры, потере мощности в пяти цилиндрах и перегрузу одного работающего цилиндра, а затем к его аварийной остановке.

Предпосылкой АС послужило нарушение судовладельцем рекомендаций завода-изготовителя по использованию сорта топлива. Дисфункция У6.

Ноябрь. Взрыв в картере ГД 8ZD 72/48 AL-1

После взрыв паров масла в картере двигателя судно обесточилось и потеряло ход. Пламя и горящие газы вырвались из картера через разрушенную лобовину ГД и через предохранительные лючки картера в МО.

Причина АС: взрыв паров масла М-14ДЦЛ30 210°С в картере мог произойти из-за возникновения во внутреннем пространстве двигателя источника воспламенения, а именно значительного и нештатного перегрева шейки вала воздуходувки, в районе опорного подшипника. Перегрев шейки вала воздуходувки до температуры около 800°С (наволакивание металла, изменение цвета металла до цвета побежалости) вызван разрушением лопаток крылатки воздуходувки и появление дисбаланса на валу, что привело к увеличению силы трения между шейкой вала и опорным подшипником воздуходувки. Косвенной

причиной могло послужить ослабление машинной вахты – на борту в момент АС отсутствовал третий механик.

Предпосылками к аварии стали нарушения СМХ [1, 5, 8], 2МХ [5, 8]. Дисфункция У6, У6.

Декабрь. Повреждение двигателя 6DKM-26

Главный двигатель был остановлен из-за падения давления в системе циркуляционного масла с 5.2 кг/см² до 4.3 кг/см². После продувки фильтра давление поднималось, но в течение 1-2 минут падало. Было обнаружено увеличение температуры картера лючка одного из цилиндров до 104°С.

Причины аварийного случая: перегрев головного подшипника шестого цилиндра, произошедший из-за низкого давления в трубопроводах заборной воды охладителей пресной воды, масла и воздуха, вследствие обрастания днищевого, бортового кингстонов и водяного охладителя.

Предпосылки АС: отсутствие должностного контроля экипажа за обрастанием днищевого и бортового кингстонов, а также несвоевременное техническое обслуживание системы охлаждения ГД. СМХ, 2МХ, 3МХ нарушили [7], дисфункция У6, У6, Э6.

Функционально-уровневый анализ отказов судовых двигателей за 2016 год показал, что все АС произошли вследствие дисфункции эргатического элемента. Основная часть (79%) приходится на высшее управленческое звено: старшего и второго механиков (рис. 3).

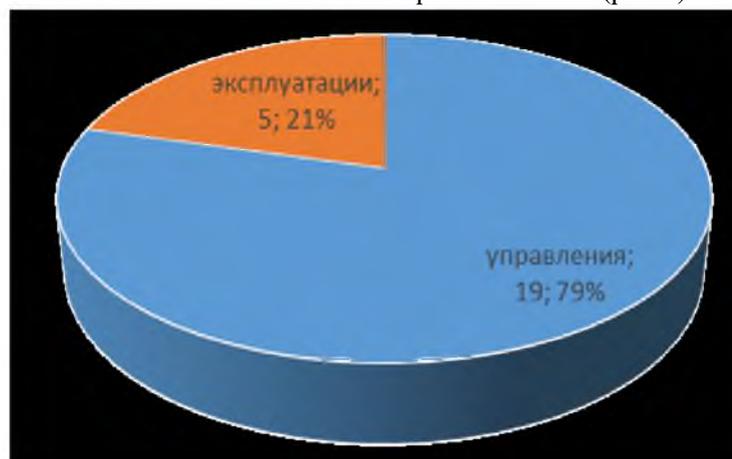


Рисунок 3 – Функционально-уровневое распределение отказов ГД

Несоблюдение экипажем мероприятий, предписанных обязательными нормативными требованиями в части эксплуатации и технического обслуживания судовых дизелей приводит к тому, что звено оператор-машина становится наиболее слабым и непредсказуемым элементом сложной

эргатической системы «морское судно». В структуре нарушений ОНТ доминируют Правила технической эксплуатации (рис. 4). В совокупности ОНТ не включены нарушения должностных инструкций, которые судовладельцы разрабатывают на основе указанных правил.

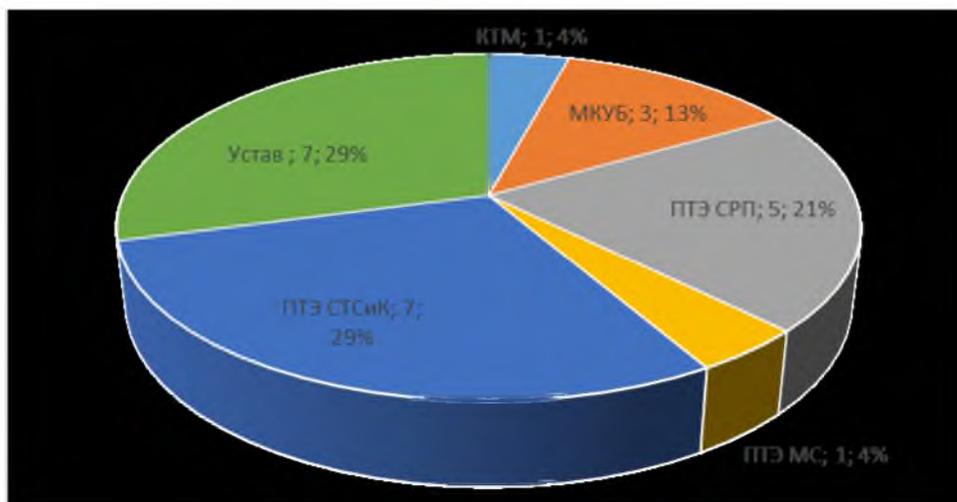


Рисунок 4 – Структура нарушений обязательных требований

Выводы и заключение

По результатам анализа причин аварийных отказов можно сделать следующие выводы:

- за исследованный период причиной аварийного отказа судового дизеля является дисфункция эргатического элемента;
- основная масса ошибочных решений принята на уровне управления;
- среди нарушений обязательных требований доминируют Правила технической эксплуатации;
- результаты исследований могут применяться при разработке целевых учебных программ, связанных с человеческим фактором;
- функционально-уровневый подход позволяет более точно определить уязвимость эргатического элемента и открывает новые перспективы в деле повышения безопасности мореплавания.

Литература

1. Международная Конвенция о подготовке и дипломировании моряков и несении вахты 1978 года (ПДНВ-78) с поправками.
2. "Кодекс торгового мореплавания Российской Федерации" от 30.04.1999 N 81-ФЗ.
3. Международный Кодекс по управлению безопасной эксплуатацией судов и предотвращением загрязнения (международный кодекс по управлению безопасностью (МКУБ)). [Электронный ресурс]: URL: <http://docs.cntd.ru/document/1900261> (дата обращения 23.02.2020)
4. Анализ и состояние аварийности: Сведения об аварийности с судами на море и внутренних водных путях / Госморречнадзор. - [Электр. ресурс]: URL: <http://sea.rostransnadzor.ru/funktsii/rassledovanie-transportny-h-proisshes/analiz-i-sostoyanie-avarijnost> (дата обращения: 18.01.2020)
5. Положение о технической эксплуатации судов рыбной промышленности, утв. приказом Госкомрыболовства РФ №107 от 05.05.1999.
6. РД 31.20.01-97 Правила технической эксплуатации морских судов. Основное руководство. Утв. Распоряжением Минтранса РФ от 08.04.1997 № МФ-34/672
7. РД 31.21.30-97 Правила технической эксплуатации судовых технических средств и конструкций. утв. Минтрансом РФ 07.04.1997
8. Устав службы на судах рыбопромыслового флота Российской Федерации, утвержденного Государственным комитетом Российской Федерации по рыболовству от 30.08.1995 г. №140.
9. Соболенко А.Н. Совершенствование мероприятий по обеспечению безаварийной работы судовых энергетических установок [Электронный ресурс]: международная научная конференция, г. Владивосток, 19–23 сентября 2016 г. / Дальневост. федерал. ун-т: отв. ред. А. Т. Беккер, В. И. Петухов. – Электрон. дан. – Владивосток: Дальневост. федерал. ун-т, 2016. – Режим доступа: <https://www.dvfu.ru/science/publishing-activities/catalogue-of-books-fefu/>. – загл. с экр.
10. Соболенко А. Н. Характерные аварийные отказы судовых дизелей в эксплуатации по причине человеческого фактора [текст] / Морские интеллектуальные технологии.– 2016.– № 3(33).– Т.1.– С. 173-179.
11. Глазюк Д. К., Соболенко А. Н. Оценка надёжности судовой энергетической установки как сложной эргатехнической системы [текст] / Д.К. Глазюк, А.Н. Соболенко// Морские интеллектуальные технологии. – 2016.– № 3(33).– Т.1.– С. 204-208.
12. Свидетельство о государственной регистрации баз данных для ЭВМ № 2019621475 / Аварийные случаи на морских судах в дальневосточном федеральном округе. База данных для ЭВМ / Турищев Игорь Петрович (RU). Реестр баз данных для ЭВМ. Заяв. 2019621475. 19.08.2019.
13. Кукуи Фирмин Дживо, Модель и механизм

функционирования судовых энергетических систем управления при целенаправленных структурных изменениях [текст] // Научно-технический сборник Российского морского регистра судоходства.– 2019.– №56/57.– С. 123-133.

14. Гомзяков, М. В. Аварийность на море: вес и цена человеческого фактора [текст] // Морской вестник.– СПб.– 2019.– № 3(71). – С. 102-104.
15. Соболенко А. Н. Анализ технических отказов на промысловых судах в дальневосточном регионе [текст] / А. Н. Соболенко, И. П. Турищев, М. В. Гомзяков, О. В. Москаленко // Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: морская техника и технология.– 2019.– № 3.– С. 48-55.
16. Астреин В.В., Математические методы принятия решений, применяемые в системе безопасности судовождения [текст] / Эксплуатация морского транспорта.– 2018.– № 1(86).– С. 50-58.
17. Томилин А. Н., Целевая учебная программа «человеческий элемент и безопасность мореплавания» [текст] / А. Н. Томилин, А. Л. Боран-Кешпшьян, Р. Р. Туктаров, Е. В. Хекерт // Эксплуатация морского транспорта.– 2019.– № 3(92).– С. 20-29.

REFERENCES

1. International Convention on Standards of Training, Certification and Watchkeeping for Seafarers, 1978 as amended.
2. "Kodeks torgovogo moreplavaniya Rossiiskoi Federatsii" ot 30.04.1999 N 81-FZ.
3. International Management Code for the Safe Operation of Ships and for Pollution Prevention (International Safety Management (ISM) Code) [Elektronnyi resurs]: URL: <http://docs.cntd.ru/document/1900261> (data obrashcheniya 23.02.2020)
4. Analiz i sostoyanie avariinosti: Svedeniya ob avariinosti s sudami na more i vnutrennikh vodnykh putyakh / Gosmorrechnadzor. - [Elektr. resurs]: URL: <http://sea.rostransnadzor.ru/funktsii/rassledovanie-transportny-h-proisshes/analiz-i-sostoyanie-avarijnost> (data obrashcheniya: 18.01.2020)
5. Polozhenie o tekhnicheskoi ekspluatatsii sudov rybnoi promyshlennosti, utv. prikazom Goskomrybolovstva RF №107 ot 05.05.1999.
6. RD 31.20.01-97 Pravila tekhnicheskoi ekspluatatsii morskikh sudov. Osnovnoe rukovodstvo. Utv. Rasporyazheniem Mintransa RF ot 08.04.1997 № MF-34/672
7. RD 31.21.30-97 Pravila tekhnicheskoi ekspluatatsii sudovykh tekhnicheskikh sredstv i konstruksii. utv. Mintransom RF 07.04.1997
8. Ustav sluzhby na sudakh rybopromyslovogo flota Rossiiskoi Federatsii, utverzhennogo Gosudarstvennym komitetom Rossiiskoi Federatsii po rybolovstvu ot 30.08.1995 g. №140.
9. Sobolenko A.N. Sovershenstvovanie meropriyatii po obespecheniyu bezavariinoy raboty sudovykh energeticheskikh ustanovok [Elektronnyi resurs] : mezhdunarodnaya nauchnaya konferentsiya, g. Vladivostok, 19–23 sentyabrya 2016 g. / Dal'nevost. federal. un-t: otv. red. A. T. Bekker, V. I. Petukhov. – Elektron. dan. – Vladivostok : Dal'nevost. federal. un-t, 2016. – Rezhim dostupa: <https://www.dvfu.ru/science/publishing-activities/catalogue-of-books-fefu/>. – zagl. s ekr.
10. Sobolenko A. N. Kharakternye avariinnye otkazy sudovykh dizelei v ekspluatatsii po prichine chelovecheskogo faktora [tekst] / Morskie intellektual'nye tekhnologii. № 3(33) T.1. 2016. S. 173–179.
11. Glazyuk D. K., Sobolenko A. N. Otsenka nadezhnosti sudovoi energeticheskoi ustanovki kak slozhnoi ergatekhnicheskoi sistemy [tekst] / D. K. Glazyuk, A. N. Sobolenko Morskie intellektual'nye tekhnologii. № 3(33) T.1. 2016. S. 204–208.
12. Svidetel'stvo o gosudarstvennoi registratsii baz dannykh dlya EVM № 2019621475 / Avariinnye sluchai na morskikh sudakh v dal'nevostochnom federal'nom okruge. Baza dannykh dlya EVM / Turishchev Igor' Petrovich (RU). Reestr baz dannykh dlya EVM. Zayav. 2019621475. 19.08.2019.
13. Kukui Firmin Dzhivo, Model' i mekhanizm funktsionirovaniya sudovykh ergaticheskikh sistem upravleniya pri tselenapravlennykh strukturnykh izmeneniyakh [tekst] / Nauchno-tekhnicheskii sbornik Rossiiskogo morskogo registra sudokhodstva, №56/57, 2019. S. 123-133.
14. Gomzyakov, M. V. Avariinost' na more: ves i tsena chelovecheskogo faktora [tekst] / 104 Morskoi vestnik № 3(71). – S.Pb. – 2019. S. 102-104.
15. Sobolenko A. N. Analiz tekhnicheskikh otkazov na promyslovykh sudakh v dal'nevostochnom regione [tekst] / A. N. Sobolenko, I. P. Turishchev, M. V. Gomzyakov, O. V. Moskalenko // Vestnik Astrakhanskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta. Seriya: morskaya tekhnika i tekhnologiya. 2019. № 3. S. 48-55.
16. Astrein V.V., Matematicheskie metody prinyatiya reshenii, primenyaemye v sisteme bezopasnosti sudovozhdeniya [tekst] / Eksploatatsiya morskogo transporta. 2018. № 1(86) S. 50-58.
17. Tomilin A. N., Tselevaya uchebnaya programma «chelovecheskii element i bezopasnost' moreplavaniya» [tekst] / A. N. Tomilin, A. L. Boran-Keshish'yan, R. R. Tuktarov, E. V. Khekert // Eksploatatsiya morskogo transporta. 2019. № 3(92). S. 20-29.