

ния капитала, компания может диверсифицироваться как в широком, так и в узком смысле слова.

Литература

1. Эглит Я.Я. Транспортные системы доставки груза/ Я. Эглит, К. Эглите. – СПб.: Феникс, 2010. – 98 с.
2. Эглит Я.Я. Маркетинг и логистика/ Я. Эглит, В. Васильев. – СПб.: Бостон-спектр, 2002. – 300 с.
3. Эглит Я.Я. Управление транспортными системами/ Я. Эглит, К. Эглите, В. Прокофьев. – СПб.: Феникс, 2004. – 424 с.
4. Дмитриев А.А. Значение производственных функций в экономике [Текст]/ А.А. Дмитриев, Я.Я. Эглит, К.Я. Эглите // Эксплуатация морского транспорта. – 2018. – №2 (87). – С.10-13.
5. Цивилева М.А. Перспективы международных перевозок в Евразийском экономическом союзе [Текст]/ М.А. Цивилева, Я.Я. Эглит, А.В. Сахаров // Сборник научных трудов XVII Международной научно-практической конференции «Логистика: Современные тенденции развития». – 2018. – С.181-186.
6. Хекерт Е.В. Организация системы управления судоходной компанией при прохождении инспекций химического института дистрибуции [текст]

/ Е.В. Хекерт, М.С. Акопов // Транспортное дело России. – 2014. – №1. – С. 31-33.

References

1. Jeglit Ja. Ja Transportnye sistemy dostavki gruzu/ Ja. Jeglit, K. Jeglite. – SPb.: Feniks, 2010. – 98 s.
2. Jeglit Ja. Ja. Marketing i logistika/ Ja. Jeglit, V. Vasil'ev. – SPb.: Boston-spektr, 2002. – 300 s.
3. Jeglit Ja. Ja. Upravlenie transportnymi sistemami/ Ja. Jeglit, K. Jeglite, V. Prokof'ev. – SPb.: Feniks, 2004. – 424 s.
4. Dmitriev A. A. Znachenie proizvodstvennyh funkcij v jekonomike [Tekst]/ Dmitriev A. A., Jeglit Ja. Ja., Jeglite K. Ja // Jekspluatacija morskogo transporta. – 2018. – №2 (87). – S.10 - 13
5. Civileva M. A. Perspektivy mezhdunarodnyh perevozok v Evrazijskom jekonomicheskom sojuze [Tekst]/ M. A. Civileva, Ja. Ja. Jeglit, A. V. Saharov // Sbornik nauchnyh trudov XVII Mezhdunarodnoj nauchno – prakticheskoj konferencii «Logistika: sovremennye tendencii razvitija». – 2018. – S.181-186
6. Hekert E. V. Organizaciya sistemy upravleniya sudohodnoj kompanii pri prohozhenii inspekcij himicheskogo instituta distribucii [tekst] / E. V. Hekert, M. S. Akopov // Transportnoedelo Rossii. – 2014. – №1. – S. 31-33.

УДК: 656.6

DOI: 10.34046/aumsuomt90-2

АНАЛИЗ АВАРИЙНОСТИ И ПОСЛЕДСТВИЙ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ МОРСКИХ ПЕРЕВОЗОК В РАЙОНАХ СЕВЕРНОГО МОРСКОГО ПУТИ (СМП). СПОСОБЫ МИНИМИЗАЦИИ РИСКОВ

А.И. Елихин, кандидат технических наук, доцент

А.Б. Каракаев, доктор технических наук, профессор

Развитие морских перевозок СПГ из месторождений Арктического бассейна привело к появлению узкоспециализированных судов, характеризующихся рядом существенных конструктивных, технических, технологических, эксплуатационных и прочих особенностей. Данный тип судов обладает уникальным набором судовых технических средств, совместная эксплуатация которых определяет общий уровень безопасности перевозок, но ввиду отсутствия практики использования таких судов и отсутствия соответствующей специализированной нормативной базы, соответствующие основные принципы и комплексные подходы еще не сформированы.

В статье проведен анализ аварийности мирового флота, рассмотрены и проанализированы одни из основных факторов риска, связанных с технической эксплуатацией судовых технических средств современных танкеров-газовозов, и сформулированы меры предотвращения аварийных ситуаций, что может быть основой для разработки единых нормативных основ безопасной эксплуатации данного перспективного типа судов.

Ключевые слова: *мировой флот, анализ аварийности, потери флота, динамика изменения состава танкерного флота, снижение рисков.*

Development of shipping of LNG from fields of the Arctic basin led to emergence of the highly specialized vessels which are characterized by a number of essential design, technical, technological, operational and other features. This type of vessel possesses a unique set of ship technical means which joint operation determines the general level of safety of transportations, but in view of lack of practice of use of such vessels and lack of the corresponding specialized regulatory base, the corresponding basic principles and integrated approaches are not created yet.

In article the analysis of accident rate of the world fleet is carried out, some of the major factors of risk connected with technical operation of ship technical means of modern gas tankers are considered and analysed and measures of prevention of emergencies are formulated that can be a basis for development of uniform standard bases of safe operation of this perspective type of vessel.

Keywords: *world fleet, analysis of accident rate, loss of the fleet, dynamics of change of structure of the tanker fleet, risk reduction.*

Российская Федерация как экспортер сжиженного природного газа (СПГ), во второй половине второй декады XXI века активно увеличивает объемы экспорта за счет реализации новых региональных проектов, в результате чего доля РФ на мировом рынке СПГ с единиц процентов в начале десятилетия должна вырасти до 15-20% в среднесрочной перспективе. Разрабатываются и строятся ряд проектов по производству СПГ: Ямал СПГ, Сахалин-2 (3я очередь), Балтийский СПГ, Владивосток СПГ, Печоры СПГ общей мощностью от 50 до 100 млн. тонн в год. Экспортные терминалы перечисленных проектов расположены преимущественно в арктических и субарктических районах, что формирует дополнительные требования к характеристикам судов.

В 2017 году в РФ была принята в эксплуатацию 1-я очередь одного из наиболее крупных мировых проектов по поставкам СПГ - терминал Сабетта (Ямал СПГ) мощностью порядка 5 млн. тонн, 2-я очередь вводится в эксплуатацию осенью 2018 г, 3-я очередь находится в процессе строительства, что в краткосрочной перспективе для транспортировки продукции только данного проекта потребуется порядка 15 СПГ-танкеров вместимостью каждого порядка 200000 м³.

Суда, задействованные в перевозках газа по СМП и акваториям северных морей, помимо требований к наличию соответствующего ледового класса, подвергаются дополнительным негативным воздействиям ряда внешних факторов, носящих, в основном, климатический характер, а также должны соответствовать требованиям норм Полярного кодекса [1].

Первое такое судно, танкер-газовоз «Кристин Де Маржерей» типа Yamalmax, было принято в эксплуатацию в 2017 году и успешно эксплуатируется в условиях СМП без ледокольных проводок. Вместимость танкера 172600 м³, длина 299 м, ширина 50 м, осадка в грузу 11,8 м, мощность ГЭУ 45 МВт, ледовый класс Arc 7 (толщина льда до 2,1 м), три АВРК Azipod, скорость хода на открытой воде 19,5 уз., скорость хода кормой вперед во льдах 1,5 м - до 7,2 уз., носом вперед - 2,5 уз., команда 29 человек, грузовая система мембранного типа.

Данное судно построено по уникальному проекту и на сегодняшний день является единственным в своем роде ТГ со столь высоким ледовым классом, при этом аналогичных показателей нет ни у одного судна торгового флота в мире. Даже небольшой опыт эксплуатации данного ТГ показал, что его эксплуатационные показатели в некоторых аспектах (как минимум, скорость

движения во льдах кормой и носом вперед, а также радиус разворота) значительно превысили проектные показатели. Данное судно в рамках своего первого коммерческого рейса в грузу поставило рекорд скорости прохождения СМП - от м. Желания до м. Дежнева, при наличии ледовой обстановки толщиной до 1,25 м, маршрут был пройден за 6,5 суток, причем без ледокольной проводки [2].

Таким образом, по причине новизны принимаемых логистических, конструктивных, технических и технологических решений, практически отсутствует единая методологическая база, позволяющая в максимальной степени способствовать обеспечению максимального уровня безопасной эксплуатации арктических ТГ.

Дополнительно следует отметить важный аспект в контексте безопасности: согласно одному из наиболее важных нормативных документов, регламентирующих судоходство в арктических районах [1], вступившему в силу в начале 2017 года, значительная часть территории эксплуатации рассматриваемых судов характеризуется существенной удаленностью от служб поиска и спасания, ввиду чего требуется учитывать дополнительные требования к системам жизнеобеспечения на судне и судовым средствам и оборудованию для эвакуации и спасения. Данным кодексом вводится новое в судоходстве понятие «рабочая полярная температура» (РПТ) для судна, определяющая подход к реализации ряда технических, технологических, эксплуатационных и организационных мероприятий.

Анализ аварийности и последствий (Analysis of accident rate and consequences)

Несмотря на существенный прогресс последних десятилетий в части технических и организационных решений, нацеленных на повышение уровня безопасности морских перевозок, таких как системы глобального позиционирования, электронной картографии, спутниковой связи, автоматизированного управления сложными судовыми техническими средствами (СТС), а также расширения использования компьютерных технологий и современного программного обеспечения, позволяющего существенно упростить процессы управления судами, показатели аварийности на морском транспорте продолжают находиться на достаточно высоком уровне - ежегодно происходят десятки тысяч ситуаций, наносящих экономический, экологический и социальный вред.

Под понятием аварийности в рассматриваемом контексте следует принимать совокупность событий и их последствий, начиная с незначительных инцидентов, способствующих развитию

аварийных ситуаций, до полной потери сотен судов с гибелью тысяч людей, потерей миллионов тонн грузов и нанесением невосполнимого ущерба экологии.

В морской практике приняты различные варианты классификации аварийности, используемые в зависимости от характера исследований и анализа - по причинам возникновения, характеру развития, степени наносимого ущерба, типу судов, району плавания и прочим признакам. В контексте рассматриваемой тематики, представляется целесообразным использовать одновременно два варианта классификации - по причинам возникновения и характеру наносимого ущерба, что позволяет выявить наиболее вероятные причинно-следственные связи и предложить эффективные способы их минимизации.

Подробный анализ общей аварийности при осуществлении морских перевозок является весьма затруднительным ввиду отсутствия единого достоверного источника статистических данных, а также единой классификации опасных и аварийных случаев.

Для анализа аварийных ситуаций на море доступны ряд информационных источников, таких как отчеты регистра Ллойда и статистика страхового общества Ллойда, информация Международного союза морского страхования (International Union of Marine Insurance, IUMI), национальные статистические данные, публикации международных морских организаций, статистика природоохранных организаций, морская периодика, и прочие.

Основной сложностью совместного анализа приводимых данных является различие принципов выборки - по типам судов, районам плава-

ния, водоизмещению, характеру происшествия и пр. Таким образом, не представляется возможным провести прямой их анализ: например, статистика, приводимая изданием WorldMaritimeneews за 2016 год, говорит о потерях порядка 2000 судов в год, а отчет крупнейшего морского страховщика Allianz - только о 85. Ряд источников использует в качестве единицы измерения регистровые тонны, что дополнительно осложняет сбор информации.

Усреднение анализируемой статистики за 2008 - 2016 годы показывает, что в среднем в год происходит несколько десятков тысяч регистрируемых происшествий без учета их причин и последствий. При этом следует отметить, что в целом динамика изменения количества и характера аварийных ситуаций отсутствует, незначительно уменьшается лишь количество погибших судов. Статистические данные Lloyd's List Intelligence Casualty Statistics (рис. 1) несколько отличаются ввиду исключения малых морских судов, но динамика также свидетельствует о постепенном снижении количества гибели судов за последние 10 лет, при общем росте мирового количества судов.

Чаще всего гибнут сухогрузы (36%), рыболовные суда (25%), суда для генгрузов (9%) и пассажирские суда (6%). На долю танкерного флота (нефтяные, химические и газовые) в целом приходится порядка 7,5% потерь, но учитывая их повышенную экологическую опасность, их доля представляется весьма значительной. Представляется очевидным, что процентное соотношение по типам судов в целом пропорционально их доле в общей численности мирового флота.

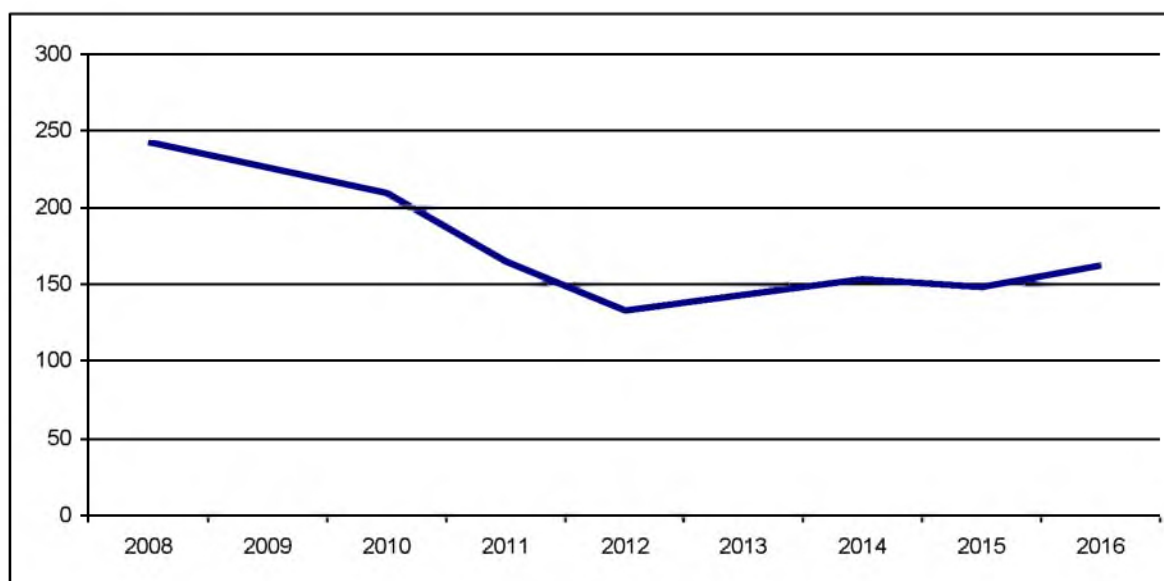


Рисунок 1 – Диаграмма количества морских аварий по годам

В качестве основных видов аварий приводятся (рис. 2) затопление (39%), контакт с земной поверхностью (24%), пожары и взрывы (17%), отказы машин и механизмов (9%), столкновения двух судов (8%) и навалы (3%).

Характер предоставляемых данных не позволяет оценить степень влияния эксплуата-

ционных причин на данные происшествия, однако однозначно можно принять, что как минимум две категории (пожары и взрывы, а также отказы машин и механизмов) однозначно относятся к эксплуатационным факторам, приводящим к катастрофическим последствиям.

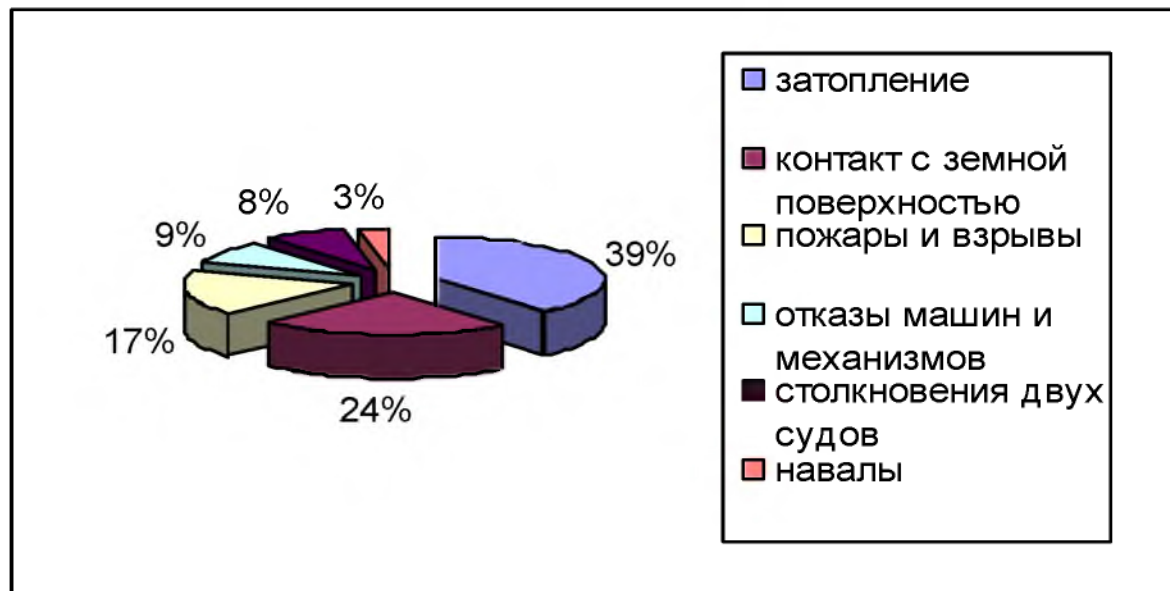


Рисунок 2 – Диаграмма по видам аварий на морских судах

Также следует отметить, что характер распределения по типам происшествий для аварий, не приведших к гибели судов, в целом, аналогичен.

Точный анализ вышеприведенных данных также затрудняется отсутствием привязки к районам плавания, а также не учитывает изменения общей численности мирового флота, инциденты и аварии с военными судами.

Применительно к тематике настоящего исследования, особенно в контексте наиболее вероятных перспектив морских перевозок газа, отдельный интерес представляет аварийность в районах Северного морского пути (СМП) ввиду ввода в эксплуатацию порта Сабетта и перспективы строительства ряда терминалов в заполярье. В целом статистика аварийности по СМП на настоящее время довольно низкая, что обусловлено низкой интенсивностью судоходства, но при интенсификации движения в данном районе, ввиду воздействия дополнительных факторов опасности, таких как наличие ледовой обстановки, рисков обледенения корпуса судна и пр., вопрос обеспечения безопасности при переходе через СМП заслуживает особого внимания.

ТГ в большинстве своем являются судами с большим водоизмещением, размерами и массой, а также перевозят значительные объемы пожаро- и взрывоопасного груза, вследствие чего

являются объектами повышенной опасности для окружающей обстановки, и последствия аварийных ситуаций с данным видом судов являются потенциально более опасными не только для судоходной обстановки, но и для экипажа, объектов морской инфраструктуры, экологии, судовладельца, владельца груза и пр.

Последствия аварий для морских судов классифицируются, в первую очередь, по характеру ущерба, нанесенного судну:

- затопление;
- повреждение корпуса;
- пожар, взрыв;
- выход из строя судовых технических средств;
- повреждение или потеря груза/части груза.

Также важно учитывать фактор наличия или отсутствия человеческих жертв и пострадавших, как из экипажа судна, так и сторонних людей.

В качестве третьего варианта, принято считать классификацию последствий аварий морских судов по экономическому ущербу, наносимому в том числе третьим лицам - здесь можно также рассматривать косвенный экономический ущерб, вызываемый разрывом логистических цепочек снабжения предприятий, потери уникальных грузов, а также потери страховщиков на возмещения ущерба.

Для ТГ стоимость груза, в сравнении со стоимостью судна в целом и даже некоторых судовых технических средств в частности, является невысокой, ввиду чего потеря груза, в сравнении с ущербом для судна, принимается как значительно меньшая. Перевозимый груз не является уникальным, при этом легко восполним, и

его потеря при перевозке не приведет к нанесению косвенного ущерба собственнику груза.

Анализ аварийности целесообразно проводить не только в ключе количества аварий, но и наносимого ими ущерба и количества человеческих жертв. На рисунке 3 приведена диаграмма распределения аварий судов-газовозов по причинам и причиненному ущербу [3].

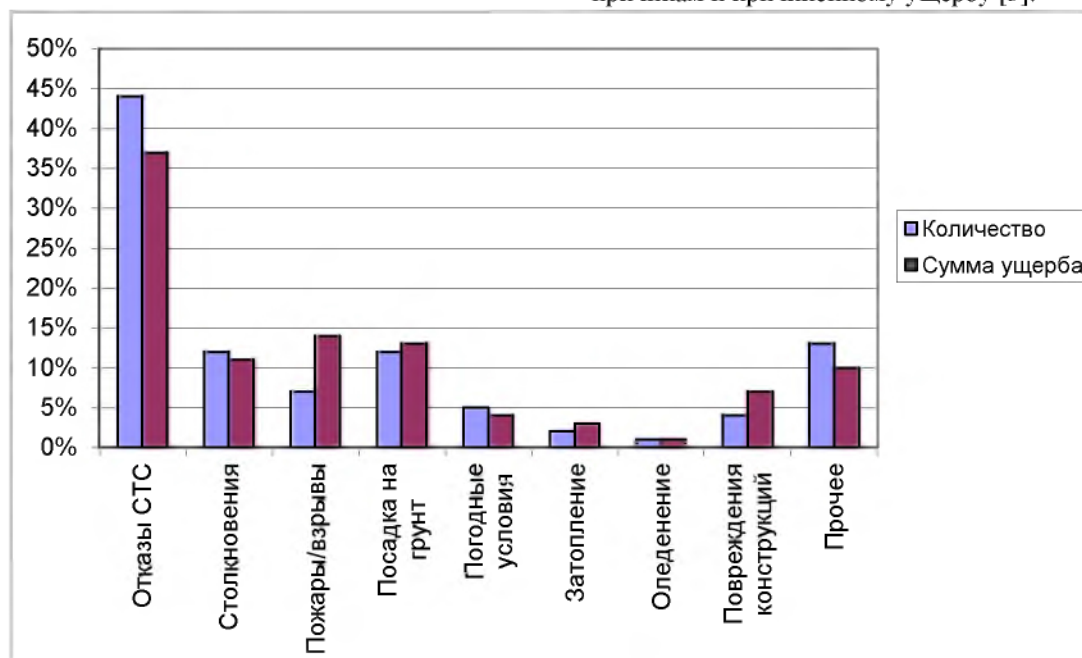


Рисунок 3 – Распределение аварий танкеров-газовозов по причинам и сумме причиненного ущерба

Аварии, характеризующиеся наибольшим размером ущерба и человеческих жертв за два последних десятилетия, в соответствии с данными [4], происходили по причине навигационных ошибок, сложных метеоусловий и неисправностей, связанных с грузовой системой. Анализ обстоятельств наиболее опасных происшествий позволяет судить о реальной возможности их предотвращения в случае применения соответствующих конструктивных, технологических или организационных мероприятий, способствующих устранению причин таких происшествий или раннему обнаружению дефектов, послуживших причиной аварий.

Следует отдельно отметить, что современные суда-газовозы характеризуются исключительной сложностью технических средств, а также большими объемами перевозимых опасных грузов.

В процессе перехода судна на него воздействует множество неблагоприятных внешних факторов, таких как волнение, ветер и пр. Влияние таких внешних сил на газовозы является особенно критичным ввиду характера перевозимого груза [5], особенно при балластных переходах, когда танки должны быть частично (до 5%) заполнены сжиженным газом. При частичной загрузке наблюдается эффект «всплескивания», под воздействием которого могут быть серьезно повреждены внутренние обшивки танков, что

приводит к длительному (до 6 месяцев) ремонту грузовой системы [3].

По оценкам Lloyd [6], риск столкновения судна находится в пределах 8-17% от общего числа аварийных ситуаций, при этом для танкеров-газовозов вероятность причинения вреда команде в случаях столкновения находится в пределах на 7-12% выше, чем для остальных типов судов. Повышенный риск для команды обусловлен, в первую очередь, рисками асфиксии и криогенных воздействий при нарушении герметичности систем хранения груза и палубных трубопроводов.

Также перевозимый груз при контакте с водой подвержен быстрой фазовой трансформации (RapidPhaseTransformation, RPT), что вызывает резкие повышения давления в зоне контакта вплоть до эффекта взрыва.

Методы и средства минимизации рисков для судна (The methods and instruments for decreasing of the vessel's risks level)

Эксплуатация судов, перевозящих опасные грузы в условиях Северного морского пути, способствует существенному повышению уровня риска как для жизни и здоровья экипажа, экосистем, судна, груза и объектов морской инфраструктуры. К факторам, оказывающим влияние на повышения уровня риска развития неблагоприятных событий и их последствий, следует относить [1]:

- лед, поскольку его наличие и контакт судна с ним оказывает влияние на конструкции корпуса, характеристики остойчивости, механические установки, режим движения судна, условия работы на открытом воздухе, техническое обслуживание и готовность к чрезвычайным ситуациям, а также может приводить к нарушению нормальной работы СТС и систем безопасности;

- обледенение верхних конструкций, палубного оборудования, которое может оказывать влияние на характеристики остойчивости судна и работоспособности оборудования;

- низкие температуры, поскольку они влияют на условия работы и работоспособность людей, на техническое обслуживание и готовность к чрезвычайным ситуациям, на свойства материалов и эффективность оборудования, время выживания и эксплуатационные показатели оборудования и систем безопасности;

- высокие широты и близость магнитных полюсов, поскольку данные факторы оказывают влияние на навигационные системы, системы связи и качество отображения визуальной информации о ледовой обстановке;

- продолжительные периоды полярной ночи и полярного дня, оказывающие влияние на мореплавание и работоспособность людей;

- недостаточная изученность гидрографических условий полярных вод, и недостаточная обеспеченность районов средствами навигационного обеспечения;

- удаленность районов эксплуатации от служб и средств поиска и спасания, трудности в оперативном развертывании этих средств, задержки в оказании экстренной помощи и ограниченные возможности связи, потенциально влияющие на процесс реагирования на происшествие;

- потенциально недостаточный опыт действий экипажа в полярных условиях, с возможностью совершения людьми ошибочных действий;

- возможная нехватка надлежащего оборудования для оказания помощи в чрезвычайных ситуациях, потенциально ограничивающая действенность мер по снижению масштаба последствий;

- быстро меняющиеся и суровые погодные условия, потенциально приводящие к росту и усугублению масштаба происшествий;

- повышенная чувствительность экосистемы к негативным внешним воздействиям.

Минимизация рисков, связанных с возникновением опасных ситуаций, возможна при реализации комплексного подхода к обеспечению безопасной эксплуатации танкеров, задействованных в перевозке сжиженных газов. Проведенный анализ показывает, что значительному снижению рисков способствует применение следующих мер:

а) использования эффективных методов ранней диагностики технических средств;

б) использование более прогрессивных алгоритмов автоматизации и управления техническими средствами;

в) повышение квалификации команды;

г) усиление конструкций корпуса;

д) конструктивная защита от пожаров;

е) активные системы пожаротушения;

ж) повышение точности навигационного обеспечения.

Учитывая проведенный выше анализ статистики показывает, что значительная часть аварийных ситуаций возникает вследствие отказов судовых технических средств и вследствие навигационных ошибок. Риск развития аварийных ситуаций повышается в условиях, когда внимание оператора судна сконцентрировано на сочетаниях различных неблагоприятных факторов - например, в сложных погодных условиях [7].

Судно, перевозящее сжиженный газ, является сложной технической системой, находящейся под воздействием не только внешних, но и внутренних факторов, оказывающих существенное влияние на степень риска. Оператор судна в ряде случаев оказывается не способным к принятию корректных решений в условиях больших потоков разнородной информации, виду чего представляется целесообразным внедрение специализированных систем поддержки принятия решений, осуществляющих в полностью автоматизированном и автономном режиме сбор и анализ технической информации о параметрах всех судовых технических средств с последующим формулированием рекомендаций судоводителю, позволяющих минимизировать риск возникновения и развития опасных ситуаций.

Литература

1. Международный кодекс для судов, эксплуатирующихся в полярных водах (Полярный кодекс). Резолюция MSC.385(94), принята 21 ноября 2014 года
2. Епихин А. И. Системы безопасности СПГ-танкеров: монография. – М.: Изд-во «МОРКНИ-ГА», 2019.
3. Ванг К.С. Предотвращение потерь флота. Исследование и анализ эксплуатационных рисков для эксплуатируемых, строящихся и реконструируемых танкеров-газовозов // БМТ морские и оффшорные исследования. – Токио. – 2010.
4. World LNG report 2015. IGU, 2015
5. Новости СИГТТО (Общество операторов танкеров-газовозов и терминалов по перегрузке сжиженных газов) // Лондон, #29, 04/2013
6. Оценка рисков столкновения для судов, использующих в качестве топлива сжиженный газ // Германское отделение общества Ллойда, 2012
7. Епихин А.И. Основные причины аварийности танкеров-газовозов // Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Морская техника и технология. – 2016. – №4.

8. Клоев В.В. Становление Севморпути как транспортного коридора глобального значения [Текст] / В.В. Клоев, С.И. Кондратьев // Эксплуатация морского транспорта.– 2016.– № 3 (80).– С. 12-17.
9. Клоев В.В. Оценка рисков и управление рисками в практике судовождения [Текст] / В.В. Клоев, С.И. Кондратьев, В.И. Тульчинский // Эксплуатация морского транспорта.– 2016.– № 3 (80).– С.18-25.
10. Астреин В.В. Задача самоорганизации групп судов для предупреждения столкновений [Текст] / В.В. Астреин, С.И. Кондратьев, А.Л. Боран-Кешипьян // Эксплуатация морского транспорта.– 2016.– № 1 (78).– С. 32-38.
11. Астреин В.В. Алгоритм самоорганизации групп судов для предупреждения столкновений [Текст] / В.В. Астреин, С.И. Кондратьев, Е.В. Хекерт // Эксплуатация морского транспорта.– 2016.– № 2 (79).– С. 45-50.
4. tankers//BMT sea and offshore researches, Tokyo, 2010
5. World LNG report 2015. IGU, 2015
5. SIGTTO news (Society of operators of gas tankers and terminals on an overload of liquefied gases)//London, #29, 04/2013
6. Risk assessment of collision for the vessels using as fuel liquefied gas//the German office of society of Lloyd, 2012
7. Epikhin A.I. The basic causes of LNG-vessels emergencies//Vestnik of Astrakhan State Technical University. Series: Marine Engineering and Technologies No. 4/2016
8. Kljuev V.V. Stanovlenie Sevmorputi kak transportnogo koridora global'nogo znachenija [Tekst] / V.V. Kljuev, S.I. Kondrat'ev // Jekspluatacija morskogo transporta. 2016. № 3 (80).
9. Клоев В.В. Оценка рисков и управление рисками в практике судовождения [Текст] / В.В. Клоев, С.И. Кондратьев, В.И. Тульчинский // Эксплуатация морского транспорта.– 2016.– № 3 (80).– С.18-25.
10. Астреин В.В. Zadachasamoorganizacii gruppsudovdljapreduprezhdenijastolknovenij [Tekst] / V.V. Astrein, S.I. Kondrat'ev, A.L. Boran-Keshish'jan // Jekspluatacijamorskogotransporta. 2016. № 1 (78). S. 32-38
11. Астреин В.В. Algoritm samoorganizacii grupp sudov dlja preduprezhdenija stolknovenij [Tekst] / V.V. Astrein, S.I. Kondrat'ev, E.V. Hekert // Jekspluatacija morskogo transporta. 2016. № 2 (79). S. 45-50.

References

1. The international code for the vessels which are operated in polar waters (The polar code). The resolution of MSC.385(94), is adopted on November 21, 2014
2. Epikhin A. I. Safety systems of the LNG tankers: the monograph / – M.: MORKNIGA publishing house, 2019
3. Wang K.S. Prevention of losses of the fleet. A research and the analysis of operational risks for the operated, under construction and reconstructed gas