

УДК. 656.61.052

DEVELOPING A LOGICAL ALGORITHM OF INTELLIGENT EXPERT SYSTEM DECISION-MAKING OPERATORS TO ENSURE SHIP'S PROPULSION IN EMERGENCIES**РАЗРАБОТКА ЛОГИЧЕСКОГО АЛГОРИТМА ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ ЭКСПЕРТНОЙ СИСТЕМЫ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ОПЕРАТОРОВ ПРИ ОБЕСПЕЧЕНИИ ХОДКОСТИ СУДНА В ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЯХ****Obertiur K.L., PhD student****Обертюр К.Л., аспирант***Odessa National Maritime Academy, Ukraine**Одесская Национальная Морская Академия, Украина***ABSTRACT**

The method of searching and realization solutions for operator's ergative system to ensure ship's propulsion in emergencies had been developed. The intelligent expert system and a logical algorithm of decision-making have been presented for returning maritime transport system to sustainable state in emergency situation. The scenarios of prognostic analyses have been proposed while ensuring ship's propulsion actions to enhance safe operation of the vessel.

Keywords: safety of navigation, ship's propulsion, ergative system, inverse scenario analysis, algorithm of operators' solution, intelligent expert systems.

Постановка проблемы в общем виде и ее связь с важными научными или практическими задачами

В современных условиях мореплавания проблема безопасности в системе управления судном неразрывно связана с быстротечностью протекающих мыслительных процессов операторов при восстановлении работоспособности судна в возникающих чрезвычайных ситуациях. Внедрение интеллектуальных информационных технологий и повсеместная автоматизация технических средств управления способствуют повышению безопасности и в значительной степени компенсируют недостаток наличия оперативной информации при поддержке принятия решений операторами. В тоже время как показывает анализ потенциально опасных ситуаций в морской транспортной системе (МТС) связанных с причинными факторами, наибольшие проблемы проявляются в недостаточной подготовке (особенно в начальный адаптационный период рейса) морских специалистов, управленческой несогласованности, недостатке оперативных знаний и неготовности оператора к экстремальному управлению [1].

Анализ последних достижений и публикаций, в которых начато решение данной проблемы и выделение нерешенных ранее частей общей проблемы

В настоящее время поводом для беспокойства стало увеличивающееся количество отказов главного двигателя и обесточивание судов, и связанные с этим происшествия и аварии. Согласно статистике страховых исков P&I club [2] осуществил сбор и анализ данных об аварийности судов и установил факторы, приведшие к авариям: ошибка экипажа – 23%; отказ главного двигателя – 17%; обесточивание – 16%; отказ системы управления – 14% и т.д. Согласно с представленным, устойчиво высоким показателем аварийности приходится на ошибки операторов возникающих в процессе принятия решений экипажем по причине недостатка времени на использование мыслительных операций для поиска решения, в связи с все более возрастающей интенсивностью движения судов.

Согласно вышеизложенному, данные аварийности, как индикатор актуальности проблем выраженных в статье, показывает целесообразность разработки новых содержательных моделей подготовки судовых операторов для процесса управления, алгоритмов работы командного состава в чрезвычайных ситуациях, а так же в необходимости обеспечения установления причин возникновения и принятия мер по обеспечению ходкости судна.

Безопасность судоходства относительно готовности экипажа обеспечивается согласно утвержденным ИМО минимальным конвенционным требованиям к квалификации морских специалистов по курсу обеспечения и сохранения ходкости судна в аварийных ситуациях, в составе которых разработаны ИМО модели курсов Bridge Team Management ИМО model course 1.22, Engine Resource Management ИМО 2.07. Модули включают: контроль за посадкой, остойчивостью и напряжением корпуса судна; наблюдение и контроль за выполнением требований законодательства (законов, правил и инструкций); меры по обеспечению охраны человеческой жизни на море; защиту морской окружающей среды; процедуры безопасности судна, экипажа и пассажиров, порядок действий во время аварии двигательной установки для восстановления ходкости судна; управление спасательными средствами и устройствами, противопожарной системой и другими системами безопасности [3].

Правительство Украины в приказе министерства инфраструктуры за № 904, от 20.11.2003 приняла документ “Об утверждении Положений про систему управления безопасностью судоходства на морском и речном транспорте”, в котором утвердило, что управление безопасностью судоходства на морском и речном транспорте должно обеспечить выявление и оценку факторов влияющих на уровень безопасности, включая факторы риска, подготовку, принятия и реализацию управленческих решений

Формулировка цели статьи и постановка задач исследования

Целью настоящего исследования является: повышение безопасной эксплуатации судна посредством минимизации адаптационного периода с

использованием логических алгоритмов принятия решений в чрезвычайных ситуациях для экипажа.

Объект исследования: процесс эксплуатации морского судна.

Предмет исследования: логические алгоритмы получения и реализации эффективных решений для командного состава при обеспечении ходкости судна в аварийных ситуациях.

Изложение основного материала исследования с обоснованием полученных научных результатов

В связи с тем, что риск появления ошибочных действий операторов в начальный период рейса высок [5], особую важность приобретает рассмотрение задач поддержки, выработки и принятия решений операторами судовых эргатических систем для восстановления работоспособности пропульсивного комплекса судна, как элемента МТС в процессе возврата судна в рабочее состояние. Для достижения поставленной цели необходимо произвести поиск решений следующих задач:

- внедрение сценарного анализа действий судовых операторов эргатических систем в обеспечении ходкости судна в возникающих чрезвычайных ситуациях при маневрировании, переходном, навигационном режимах;
- разработку логического алгоритма поддержки принятия решений и корректирующих действий операторам судовых эргатических систем.

Методика принятия решений предусматривает собой реализацию формализованного процесса выработки и реализации эффективных решений операторов судовых эргатических систем для повышения готовности экипажа в начальный адаптационный период рейса [6].

В общем случае воспользуемся теорией гибких систем с использованием методологий сценарного анализа, создания интеллектуальных экспертных систем, принципов гарантированной безопасности, технологии принятия решений с рассмотрением стратегий поведения операторов [7, 8, 9].

Этап 1. Разработка сценария действий командного состава судна для достижения условий восстановления ходкости судна в чрезвычайных ситуациях на различных этапах рейса.

Сценарный синтез принятия решений, предложенный в блок-схеме (рис. 1) действий операторов позволяет получить однозначные решения в обеспечении ходкости судна и достичь прогнозируемого результата, соответствующего критериям гарантированной безопасности [4, 10].

Этап 2. Разработка логического алгоритма по восстановлению ходкости судна в чрезвычайных ситуациях путем обращения к разработанной интеллектуальной динамической экспертно-диагностической системе (ИДЭДС) процесса управления судном в МТС, и разработки логического алгоритма поиска и поддержки принятия решений операторами.

Следует отметить, что логический алгоритм действий операторов судовых эргатических систем в чрезвычайных ситуациях не работает с

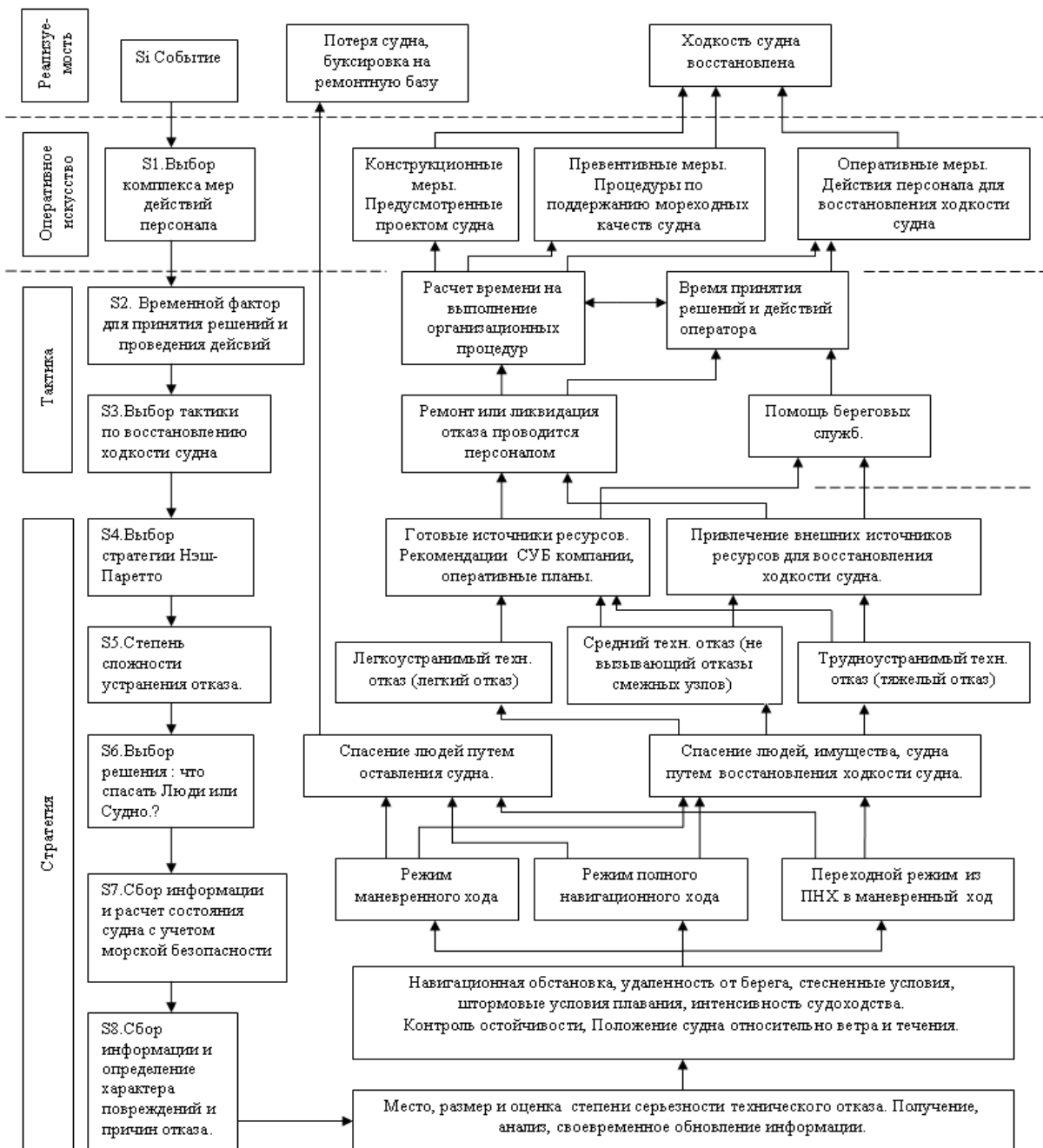


Рис.1. Блок схема действий операторов судовых эргатических систем в обеспечении ходкости судна

математическими моделями, а оперирует с образами происходящих событий, используя формализацию сгруппированных в метанборы данных на основе функциональных блоков образов, в виде актов, сцен, действий субъектов управления микро и макроокружения в стратегии, тактике и оперативного искусства.

В качестве примера рассмотрим процесс принятия решений операторами контейнеровоза «RHL FIDELITAS», который маневрируя в стесненных условиях акватории Одесского порта, потерял ходкость. Согласно ранее проведенному анализу данного происшествия [5] действия операторов эргатических систем были неэффективными, что привело к навалу судна на причал и потоплению лоцманского катера. В связи с этим представим разработанный логический алгоритм в поддержке принятия решений и

действий командного состава судна, следуя которому достигается гарантированный результат по восстановлению ходкости судна. Блок-схема логического алгоритма принятия решений операторами приведена на рис.2.

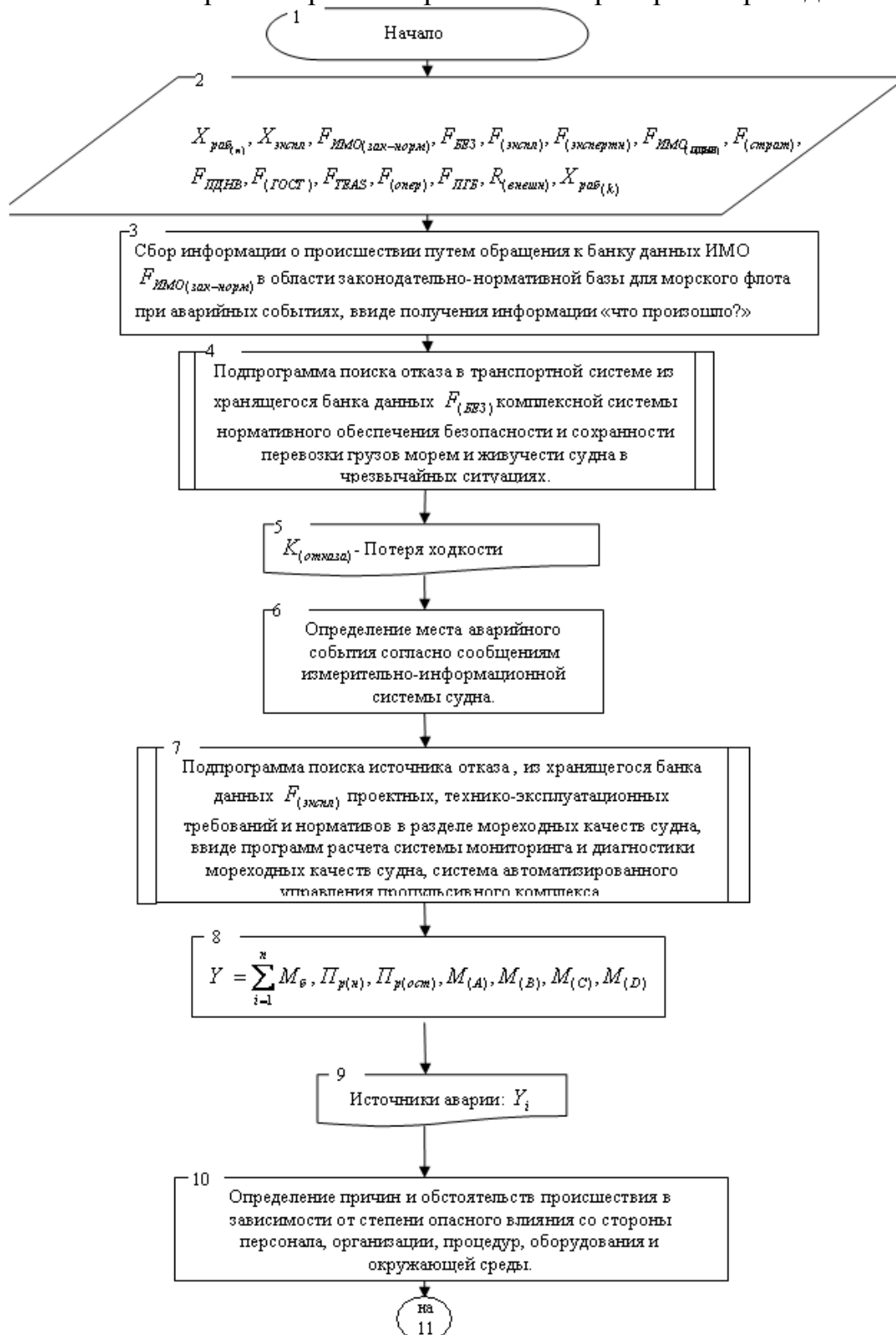
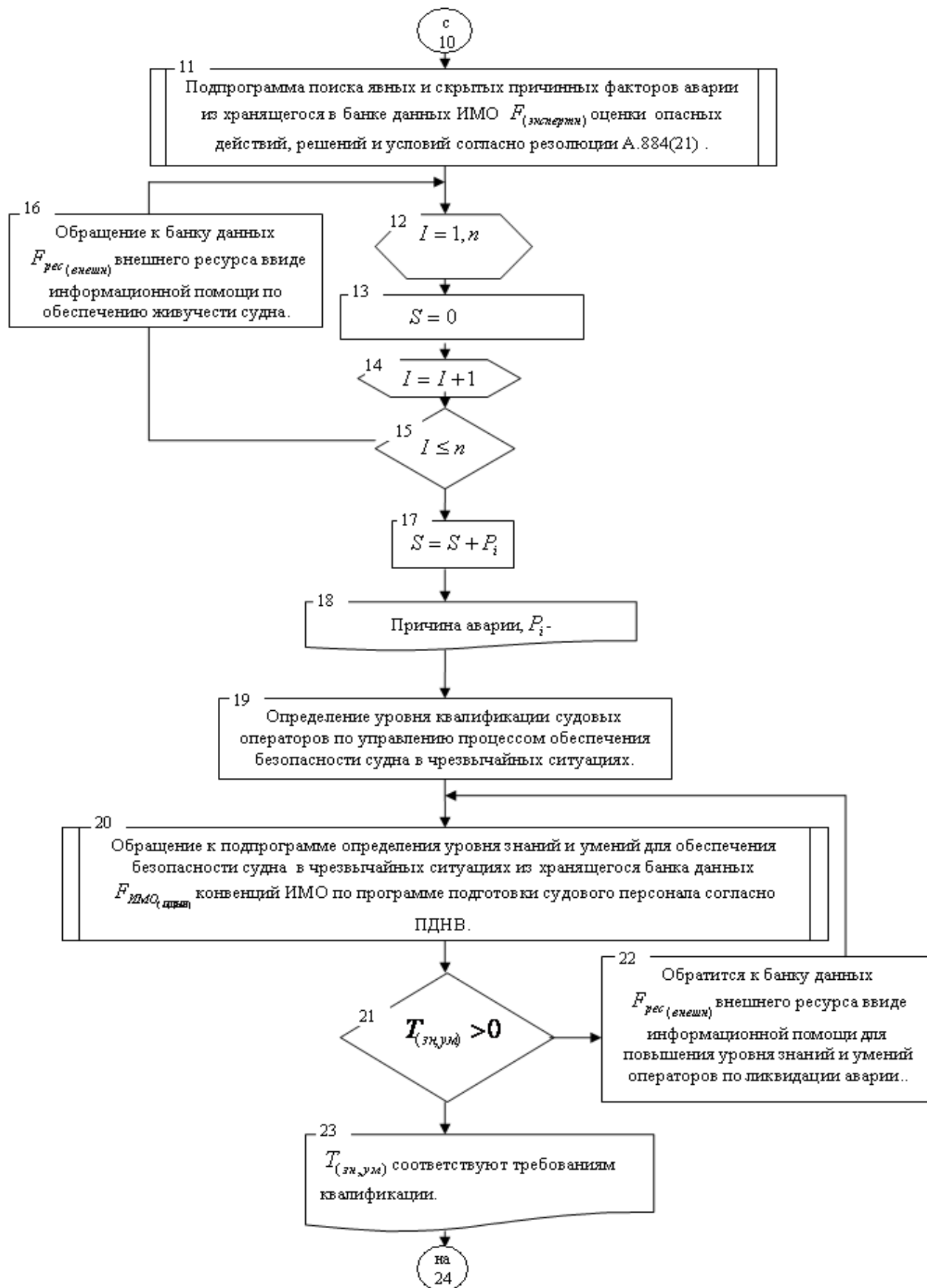
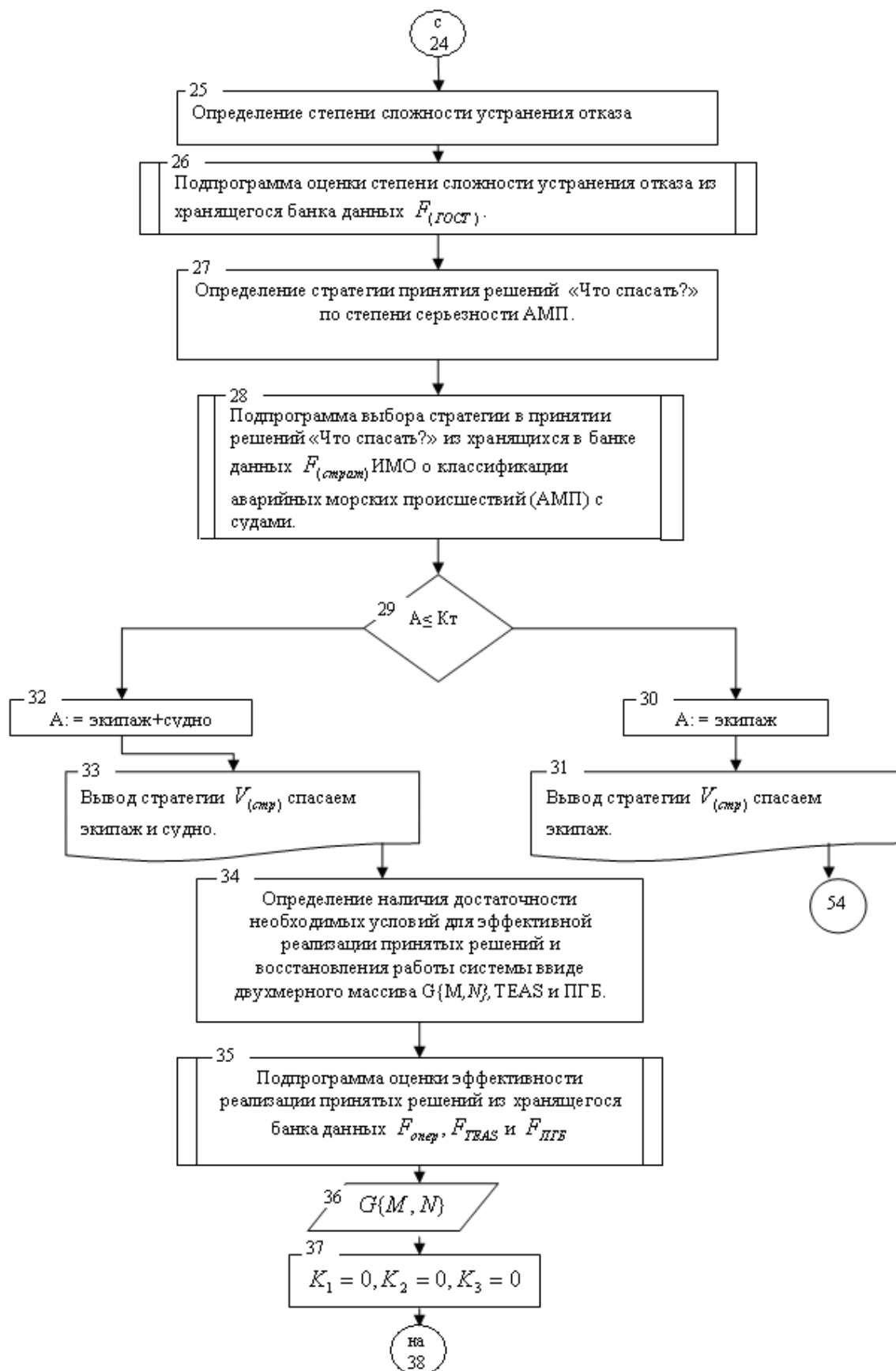


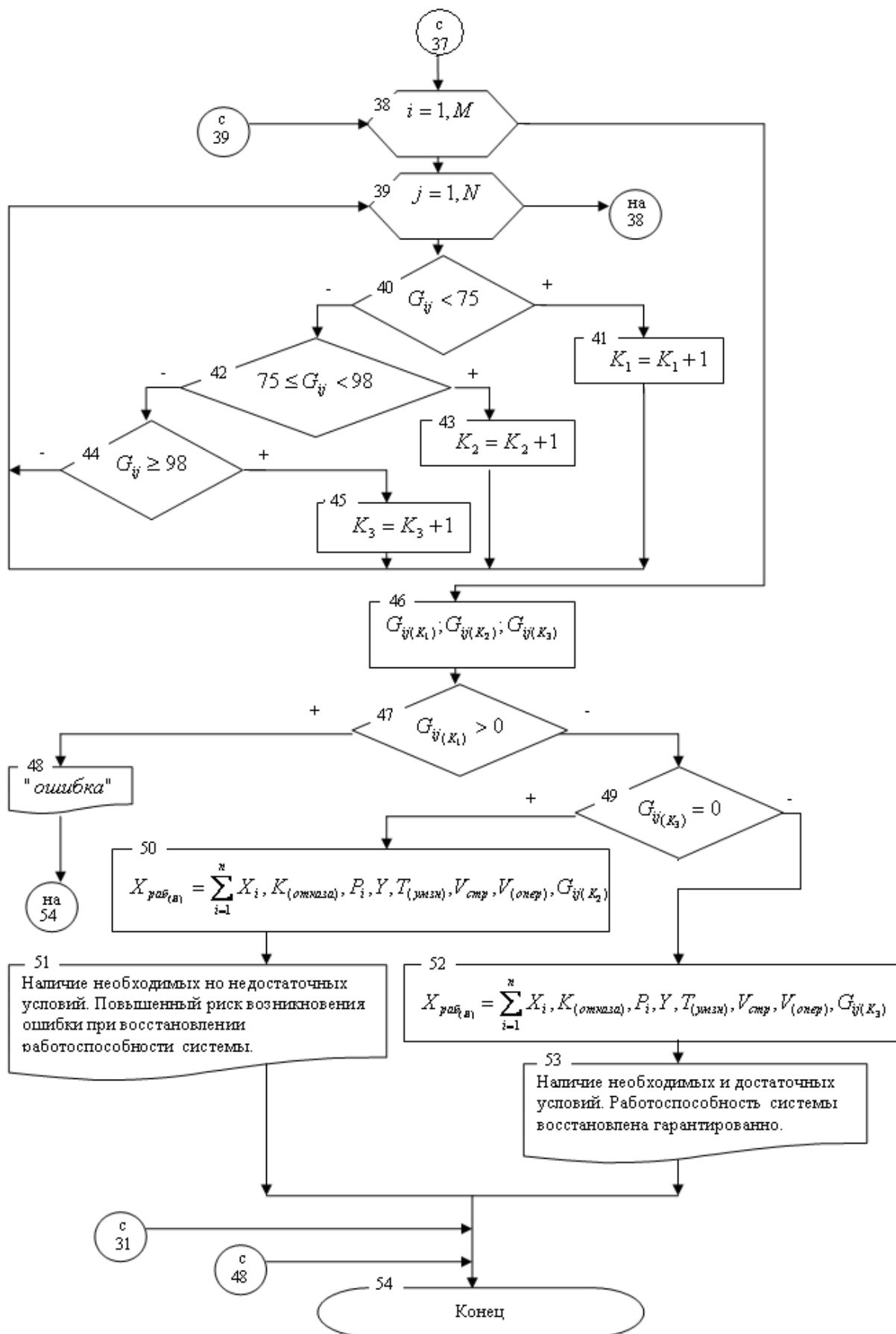
Рис.2. Обобщенная блок-схема алгоритма принятия решений операторов судовых эргатических систем по обеспечению ходкости судна в чрезвычайных ситуациях.



Продолжение рис.2. Обобщенная блок-схема алгоритма принятия решений операторов судовых эргатических систем по обеспечению ходкости судна в чрезвычайных ситуациях.



Продолжение рис.2 Обобщенная блок-схема алгоритма принятия решений операторов судовых эргатических систем по обеспечению ходкости судна в чрезвычайных ситуациях.



Продолжение рис.2. Обобщенная блок-схема алгоритма принятия решений операторов судовых эргатических систем по обеспечению ходкости судна в чрезвычайных ситуациях.

- где: $F_{ИМО(зак-норм)}$ - банк данных ИМО в области законодательно-нормативной базы для морского флота при аварийных событиях.
- $F_{(БЕЗ)}$ - банк данных комплексной системы нормативного обеспечения безопасности и сохранности перевозки грузов морем $K_{(отказа)}$.
- $F_{(эспл)}$ - банк данных проектных, технико-эксплуатационных требований и нормативов в разделе мореходных качеств судна.
- $F_{(ГОСТ)}$ - банк данных стандартов промышленной надежности, технического обслуживания и наличия продукта.
- $F_{(экспертн)}$ - банк данных оперативных экспертных оценок при выборе безопасных и оптимальных режимов плавания судна.
- $F_{ИМО(ПДНВ)}$ - банк данных ИМО о соответствии уровня знаний и умений в области подготовки и дипломирования морских специалистов требованиям конвенции ПДНВ.
- $F_{(страт)}$ - банк данных нормативных документов ИМО, инфраструктуры транспорта Украины о стратегии принятия решений по обеспечению живучести судна
- $F_{ПДНВ}$ - банк данных соответствия уровня знаний и умений в области подготовки и дипломирования морских специалистов требованиям ПДНВ.
- F_{TEAS} - банк данных тренажерной подготовки согласно критериям автоматизированной системы оценки о выполнении упражнений (TEAS).
- $F_{опер}$ - банк данных стратегии оперативного искусства по реализации принятых решений для обеспечения непотопляемости судна.
- $F_{ПГБ}$ - банк данных соответствия принципам гарантированной безопасности в процессе реализации принятых решений (ПГБ).
- $F_{рес(внешн)}$ - банк данных внешнего ресурса в виде информационной помощи лиц находящихся далеко от места происшествия.
- Y - классификация источника аварии.
- $K_{(отказа)}$ - классификация отказа в системе
- P - причина аварийного события
- $T_{ум.зн}$ - уровень умений и знаний операторов
- A - классификация серьезности аварии.
- $V_{(стр)}$ - стратегия принятия решений по обеспечению живучести судна Нэш, Паретто.
- $G\{M, N\}$ - двумерный массив данных наличия достаточности необходимых условий.
- $X_{раб(n)}$ - устойчивое работоспособное состояние системы до аварийного происшествия.
- $X_{раб(k)}$ - суммарный интегральный показатель эффективного и оптимального принятия, реализации решений и действий для возвращения системы в работоспособное состояние.

В дополнение, для реализации алгоритмов предлагается применение технологий удаленного доступа (Cloud Technology). Такой подход позволяет использовать базы знаний и данных обо всех возможных сценариях развития аварийных ситуаций, и обращение к нему расширит возможности быстрого получения необходимой информации. Это позволит контролировать выполнение рекомендованных действий в сценариях, относящейся к правилам хорошей мировой морской практики. Источником пополнения знаний станет глобальная информационная сеть на базе системы поддержки принятия решений для пользователей. Имеющиеся достоинства системы принятия решений позволяют рекомендовать ее использование при подготовке операторов судовых эргатических систем в предрейсовый период, что позволит повысить уровень квалификации командного состава при обеспечении безопасной эксплуатации судна.

Выводы и перспектива дальнейшей работы по данному направлению

Разработанные логические алгоритмы по восстановлению ходкости судна в аварийных ситуациях позволяют операторам судовых эргатических систем уровня управления получать поддержку принятия решения. При этом выполнение предложенного логического алгоритма за конечное число шагов позволяет получать решения задач, различающихся только исходными данными из области применения в МТС. Разработанная интеллектуальная система в совокупности с критериями гарантированной безопасности делает возможным командному составу судна использовать более достоверные данные для нахождения адекватных решений и реализацию их на этапе адаптационного периода, сводя к минимуму его продолжительность. В дальнейших исследованиях необходимо разработать алгоритмы эффективного управления пожаробезопасностью судна, что позволит повысить безопасность судоходства.

ЛИТЕРАТУРА

1. Голиков В. В. Системный подход к проблеме безопасного управления судном / В. В. Голиков // Судовождение: сб. науч. тр. / ОНМА. — Одесса: ИздатИнформ, 2009. — Вып. 17.
2. The UK P&I Club highlights sudden loss of power as a cause of claims. Bulletin. 01.10.2012; <http://www.ukpandi.com/knowledge-developments/article/the-uk-p-i-club-highlights-sudden-loss-of-power-as-a-cause-of-claims-5546/>
3. Міжнародна конвенція про підготовку і дипломування моряків та несення вахти 1978 року (консолідований текст з манільськими поправками)-К.: ВПК “Експрес-Поліграф”, 2012.- 568 с.
4. Про затвердження Положення про систему управління безпекою судноплавства на морському і річковому транспорті.- (Наказ Міністерства транспорту України від 20 листопада 2003 року № 904).
5. Голиков В.В. Сценарное исследование деятельности операторов морской транспортной системы на принципах гарантированной безопасности в чрезвычайных ситуациях / В.В. Голиков, К.Л. Обертюр, И.В. Сафин//

Судовые энергетические установки: науч.техн. сб. № 30. – Одесса: ОНМА, 2012.– С. 194-203.

6. Обертюр К.Л. Методика принятия решений при обеспечении непотопляемости судна в чрезвычайных ситуациях// Вестник государственного университета морского и речного флота имени адмирала С. О. Макарова. — СПб.: ГУМРФ имени адмирала С. О. Макарова, 2014. — Вып. 1. — С 23 -33.
7. Кононов Д.А. Сценарии поведения сложных систем в чрезвычайных ситуациях / Кононов Д.А., Кульба В.В., Малинецкий Г.Г./ 2001. №5. 4-18 с.
8. Качинский А.Б. Засади системного аналізу безпеки складних систем / А.Б. Качинский - К.:ДП “НВЦ “Евроатлантикінформ”, 2006.-336 с.- (Формування і реалізація державної політики управління процесами європейської та євроатлантичної інтеграції України).
9. Нечаев Ю.И. Теория катастроф: современный подход при принятии решений./ Ю.И. Нечаев// – Санкт-Петербург: Арт-Экспресс, 2011.
10. ISO 2382: 1976. Data Processing Vocabulary. Section 14. Reliability, Maintenance and Availability. - Geneva- 16 p.