

## **ЧЕЛОВЕЧЕСКИЙ ФАКТОР В КОНТЕКСТЕ ОЦЕНКИ ВЕРОЯТНОСТИ ВОЗНИКНОВЕНИЯ ЧРЕЗВЫЧАЙНОЙ СИТУАЦИИ В СУДОВОЖДЕНИИ**

*В статье приводится анализ навигационной аварии, как источника чрезвычайных ситуаций на море, обоснована прикладная для судовождения интерпретация понятия "человеческий фактор" и предложена методика оценки вероятности возникновения чрезвычайной ситуации, учитывающая как человеческий фактор, так и текущие условия и обстоятельства плавания судна.*

*Ключевые слова: чрезвычайная ситуация, вероятность, навигационные аварии, человеческий фактор.*

Статья поступила в редакцию Интернет-журнала 27 июня 2017 г.

Федеральный закон от 21 декабря 1994 г. № 68-ФЗ (ред. от 23.06.2016) "О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера" и ГОСТ Р 22.0.02-2016 "Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Термины и определения основных понятий" включают в число источников чрезвычайных ситуаций (ЧС) опасные природные явления, аварии и опасные техногенные происшествя. В свою очередь, ГОСТ Р 22.0.09-95 "Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Чрезвычайные ситуации на акваториях. Термины и определения" несколько конкретизирует понятие "авария" – перечень источников, представленный в тексте этого стандарта, содержит "аварию на морском (речном) объекте".

Источником многих чрезвычайных ситуаций на море являются навигационные аварии, то есть аварии, связанные с эксплуатацией морского судна, как управляемого подвижного объекта – столкновения судов между собой и судна с неподвижным объектом (причалом, вышкой и т.д.), посадки судов на мель, опрокидывания судов и пр.

В подавляющем большинстве случаев причиной навигационных аварий является человеческий фактор, а иницирующим событием – ошибка судоводителя (вахтенного помощника капитана) [1-6]. Современная практика мореплавания содержит немало эмпирических подтверждений существования причинно-следственной связи "ошибка судоводителя – навигационная авария – чрезвычайная ситуация".

Так, случившаяся в 1989 г. у побережья Аляски навигационная авария танкера "Еххон Valdez" (посадка на мель) привела к чрезвычайной ситуации глобального масштаба – из корпуса танкера в море вылилось почти 50 тыс. м<sup>3</sup> сырой нефти, 2 тыс. км побережья покрылись нефтяной плёнкой (рис. 1), под угрозой исчезновения оказались более 20 видов животных. Причина аварии – ошибка в судовождении [7].



**Рис. 1.** Ликвидация разлива нефти на побережье Аляски

За 10 лет до этого в Карибском море произошел другой крупный разлив нефти, но случившийся уже в результате столкновения судов. 290 *тыс тонн* нефти попало в море после того, как два танкера – "Atlantic Empress" и "Aegean Captain" – сошлись в одной точке [7].

Посадка на мель "Еххон Valdez" и столкновение "Atlantic Empress" и "Aegean Captain" находятся на вершине своеобразного рейтинга случившихся из-за человеческого фактора навигационных аварий, составленного по масштабу ЧС. К сожалению, случаи навигационных аварий с разливами нефти не единичны и, хоть и с меньшими масштабами иницируемых ЧС, но они происходят постоянно. Пример – 28 января 2017 г. в индийском порту Камараджар из-за ошибки в судовождении столкнулись нефтяной танкер "Dawn Kanchipuram" и газовоз "Maple". В результате в море попало, по крайней мере, одна тонна нефти, а протяжённость морской плёнки на поверхности морской воды составила около двух миль [7].

Такой объект техносферы как морское судно, является не только источником опасности, но и сам уязвим в агрессивной морской среде. Можно привести немало примеров навигационных аварий, явившихся следствием ошибки судоводителя, которые привели к человеческим жертвам (и по определению к чрезвычайной ситуации). Так, 2 января 2015 г. в проливе Пентленд-Ферт потерпел аварию цементовоз "Cemfjord". Судно вошло в пролив на сильном попутном течении, снизило скорость относительно грунта до 7 узлов (скорость относительно воды составила при этом всего лишь 1 узел) и потеряло управля-

емость. Его быстро развернуло поперек волнения (лагом к волне), и цементовоз опрокинулся (рис. 2). В результате погиб весь экипаж – 8 человек. Ошибка капитана заключалась в неправильном выборе времени захода в пролив и в отсутствии контроля относительной скорости [7, 8].



**Рис. 2.** Перевернутый корпус цементовоза "Cemfjord" после его обнаружения

Применительно к судовождению предлагается использовать следующую дефиницию термина "человеческий фактор" – совокупность профессиональных, психофизиологических, психологических и социальных характеристик судоводителя, обуславливающих отличие его действий и решений от "идеальных" в конкретных условиях плавания". В свою очередь, "идеальные решения" и "идеальные действия" – это решения и действия судоводителя или результат работы системы поддержки принятия решения, наилучшим образом соответствующие условиям плавания и требованиям к его безопасности. Представленная дефиниция даёт возможность в качестве детерминант ошибки судоводителя, определяющих вероятность её появления, указать совокупность его характеристик (человеческий фактор) и условия плавания (навигационную ситуацию). Таким образом, можно сделать вывод, что вероятность навигационной аварии, а, следовательно, и вероятность чрезвычайной ситуации при судовождении, определяется человеческим фактором и текущей навигационной ситуацией. В таком случае, для оценки вероятности ЧС в судовождении можно записать следующее общее равенство:

$$P = F(HF, NS), \quad (1)$$

где  $HF$  – количественная оценка человеческого фактора;

$NS$  – количественная характеристика навигационной ситуации (для определённости будем называть эту характеристику сложностью).

В [9] предложен простой для понимания метод формализованной оценки сложности навигационной ситуации, основанный среди прочего на следующем определении: навигационная ситуация – это "...неповторимая совокупность мгновенных значений характеристик взаимосвязанных, субъективных и объек-



тивных компонент, имеющих отношение к навигационной безопасности плавания судна и открывающихся восприятию и деятельности судоводителя в определённый момент времени" [9]. Метод выделяет восемнадцать компонент (скорость и направления течения, ветра, видимость, интенсивность движения судов на акватории и др.), для каждой из которых существует методика определения значения характеристик (например, девятибалльная шкала для волнения). Наблюдаемому или измеренному значению характеристики соответствует свой коэффициент  $K_i$ , выбираемый из таблиц, представленных в [9]. В итоге сложность навигационной ситуации определяется формулой:

$$NS = 1 - \prod_i (1 - K_i). \quad (2)$$

Количественная оценка человеческого фактора представляет собой задачу на порядок более трудную. Действительно, человек – это очень сложный, мультикомпонентный, гипердинамичный, и, главное, трудно прогнозируемый, объект оценки. Для судна, например, можно создать модель, изучить её в бассейне и сделать определённые, довольно-таки точные, выводы о свойствах судна-прототипа. Проведение подобных операций с человеком невозможно.

Одновременно нельзя не заметить, что теория допускает создание моделей, описывающих любые явления, процессы и предметы, и человек здесь не исключение. Проблемой является добиться максимальной адекватности и правдоподобия модели. Для этого объект исследования необходимо наиболее полно структурировать и изучить по отдельности каждый элемент и его влияние на состояние объекта; чем больше элементов будет иметь структура, тем адекватнее будет модель. Другими словами, вместе с количеством элементов к бесконечности будет стремиться и адекватность модели. Практическая же значимость такой модели будет стремиться к нулю.

Таким образом, первая из проблем, подлежащих решению при оценке человеческого фактора – это нахождение компромисса между адекватностью и простотой.

Вторая проблема – это оценка составляющих человеческого фактора, обладающих значительной динамикой. Действительно, такие "параметры", как, например, физическая усталость, психическая напряжённость в течение рейса варьируются в значительных пределах, что влечёт за собой и изменчивость оценки человеческого фактора. Скорость судна, его курс и многие другие параметры отражаются в режиме реального времени на соответствующих индикаторах – трудно представить себе прибор, аналоговый или цифровой индикатор которого будет отображать текущее психологическое состояние судоводителя. Для решения этой проблемы при количественной оценке человеческого фактора необходимо заменить динамические параметры такой их характеристикой, как устойчивость. Например, вместо психической напряжённости судоводителя будет оцениваться его способность противостоять негативным последствиям психической напряжённости, или, иначе, способность судоводителя (его психики), находящегося в состоянии напряжён-

ности, поддерживать иные компоненты человеческого фактора (реакция, дисциплинированность, внимательность и т.п.) постоянными. Иными словами, для оценки человеческого фактора предлагается оценивать его психологическую устойчивость, которую можно получить априори как в количественном, так и в качественном виде при помощи известных методик, основанных на тестах.

Обоснованность подобной замены прямо подтверждается и рядом исследований. Так, Незавитина Т.С. [10] показала, что именно психологическая устойчивость (автор использовал термин "стрессоустойчивость") является ведущим и наиболее важным профессиональным качеством лоцмана, наличие и развитие которого обеспечивает надёжность, безопасность профессиональной деятельности и сохранение здоровья работающих. Данный вывод можно обоснованно перенести на остальных, не являющихся лоцманами, судоводителей.

Необходимо заметить, что детерминирующая роль этой характеристики судоводителя определяется не столько "малостью" остальных характеристик (то есть их значительно меньшим влиянием на "идеальность" принимаемых судоводителем решений), сколько интегральным характером психологической устойчивости.

Косвенным подтверждением обоснованности использования психологической устойчивости в качестве эквивалента человеческого фактора при оценивании вероятности возникновения чрезвычайных ситуаций является включение соответствующего термина в терминологию МЧС. В целях различных исследований, касающихся чрезвычайных ситуаций, под психологической устойчивостью необходимо понимать "...совокупность определённых качеств и свойств психики, благодаря которым организм сохраняет способность к адекватной и эффективной жизнедеятельности под воздействием каких-либо неблагоприятных факторов. Степень устойчивости – величина непостоянная и зависит от следующих факторов: зоны стабильности – количество воздействий, которые человек может выдержать при условии, что они не будут иметь разрушительный характер; знания алгоритма действий, несущих положительный результат в определённых ситуациях; профессиональных навыков; навыков саморегуляции; знания особенностей поведения и реакций человека в определённых ситуациях; свойства нервной системы и т.п." [11].

К сожалению, в процессе профессионального отбора психологическая устойчивость будущего судоводителя не оценивается. При расследовании происшествий на море оценка психологической устойчивости судоводителей, имеющих непосредственное отношение к этим происшествиям, проводится редко и поверхностно. Какие-либо распространённые и общепринятые методики повышения психологической устойчивости при подготовке будущих специалистов и в процессе повышения квалификации практикующих судоводителей не применяются. Вместе с тем, контекстуальный анализ докладов о расследовании различных навигационных аварий указывает на зависимость навигационной безопасности и вероятности возникновения чрезвычайной ситуации от психологической устойчивости судоводителя.

Представленные выше анализ и определение дают возможность для количественной оценки человеческого фактора формализовать психологическую устойчивость судоводителя в виде некоторого случайного процесса:

$$PS = X(f_1, f_2, \dots, f_n, t),$$

где  $f_1, f_2, \dots, f_n$  – перечисленные выше факторы, от которых зависит психологическая устойчивость.

Проявление психологической устойчивости (например, в течение одной вахты) является реализацией случайного процесса, то есть функцией  $x_1(t)$ , при этом в другой промежуток времени (и даже при тех же условиях), реализация случайного процесса будет в общем случае иной –  $x_2(t)$ . Таким образом, на данном этапе психологическая устойчивость имеет тот же недостаток, что и составляющие человеческого фактора, по отношению к которым она имеет интегральный характер, то есть непостоянство (динамичность).

Однако изменчивость психологической устойчивости ограничена определённым интервалом, свойственным конкретному судоводителю. Поэтому психологическая устойчивость – это не просто случайный процесс, а процесс стационарный, продолжающийся во времени неопределённо долго. Следовательно, одна из характеристик этого процесса – математическое ожидание – является постоянной величиной. При очевидной невозможности определить само математическое ожидание, можно измерить его точечную оценку (уровень психологической устойчивости  $LPS$ ), используя для этого различные методы. Одним из самых распространённых методов, как это было указано выше, является тестирование. Так, опросник "Прогноз-2", состоящий из 86 вопросов, в итоге своего применения даёт результат (уровень психологической устойчивости  $LPS$ ), представленный по десятибалльной шкале.

Вместе с тем, даже имея в распоряжении методики определения обоих аргументов функции (1), невозможно построить саму функцию, то есть определить вероятность возникновения чрезвычайной ситуации при судовождении в классическом понимании вероятности. Однако использование эмпирического подхода позволяет оценить эту вероятность некоторым числом, то есть получить опять же точечную оценку (квазивероятность  $QP$ ).

В табл. 1 в матричной форме отображена эмпирическая зависимость квазивероятности  $QP$  возникновения ЧС от ранга сложности навигационной ситуации  $R$  и уровня психологической устойчивости  $LPS$  вахтенного помощника капитана (ранг сложности  $R$  получается приведением результата вычислений по формуле (2) к десятибалльной шкале). Эта зависимость получена в результате длительного эксперимента, проведенного на полнофункциональном навигационном тренажере. В процессе эксперимента по специально разработанной методике оценивалась адекватность поведенческих реакций судоводителей с конкретным уровнем психологической устойчивости на навигационные ситуации различных рангов сложности.

Таблица 1

**Зависимость квазивероятности возникновения ЧС от ранга сложности навигационной ситуации и уровня психологической устойчивости вахтенного помощника капитана (матрица экстремальности навигационной ситуации)**

|                                                 |                                                |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|-------------------------------------------------|------------------------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Уровень психологической устойчивости <i>LPS</i> | 1                                              | 0,28 | 0,35 | 0,38 | 0,60 | 0,63 | 0,74 | 0,98 | 1,00 | 1,00 | 1,00 |
|                                                 | 2                                              | 0,25 | 0,32 | 0,35 | 0,54 | 0,58 | 0,68 | 0,90 | 0,94 | 0,95 | 0,97 |
|                                                 | 3                                              | 0,22 | 0,28 | 0,32 | 0,49 | 0,53 | 0,62 | 0,81 | 0,87 | 0,91 | 0,93 |
|                                                 | 4                                              | 0,19 | 0,24 | 0,29 | 0,43 | 0,48 | 0,57 | 0,71 | 0,81 | 0,86 | 0,9  |
|                                                 | 5                                              | 0,17 | 0,22 | 0,28 | 0,39 | 0,44 | 0,50 | 0,67 | 0,72 | 0,78 | 0,83 |
|                                                 | 6                                              | 0,14 | 0,19 | 0,24 | 0,33 | 0,38 | 0,43 | 0,57 | 0,67 | 0,71 | 0,76 |
|                                                 | 7                                              | 0,10 | 0,13 | 0,20 | 0,27 | 0,33 | 0,40 | 0,47 | 0,53 | 0,60 | 0,63 |
|                                                 | 8                                              | 0,08 | 0,11 | 0,18 | 0,22 | 0,29 | 0,33 | 0,40 | 0,46 | 0,53 | 0,56 |
|                                                 | 9                                              | 0,05 | 0,07 | 0,15 | 0,16 | 0,24 | 0,27 | 0,31 | 0,37 | 0,80 | 0,90 |
|                                                 | 10                                             | 0,02 | 0,04 | 0,12 | 0,15 | 0,19 | 0,21 | 0,23 | 0,28 | 0,90 | 1,00 |
| <i>QP</i>                                       | 1                                              | 2    | 3    | 4    | 5    | 6    | 7    | 8    | 9    | 10   |      |
|                                                 | Ранг сложности навигационной ситуации <i>R</i> |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |

Результаты эксперимента с достаточной точностью аппроксимируются полиномом (3). В [12] предлагается вместо квазивероятности использовать термин "экстремальность навигационной ситуации", более полно отражающий смысл содержания табл. 1.

$$\begin{aligned}
 QP(R, LPS) = & (-1,2163R^3 + 13,749R^2 - 41,1817R + 17,9847) \cdot 10^6 \cdot LPS^6 + \\
 & + (3,8296R^3 - 43,343R^2 + 129,811R - 54,474) \cdot 10^5 \cdot LPS^5 + \\
 & + (-4,6161R^3 + 52,307R^2 - 156,485R + 62,146) \cdot 10^4 \cdot LPS^4 + \\
 & + (2,6916R^3 - 30,537R^2 + 91,186R - 33,851) \cdot 10^3 \cdot LPS^3 + \\
 & + (-0,7882R^3 + 8,9462R^2 - 26,633R + 9,1867) \cdot 10^2 \cdot LPS^2 + \\
 & + (1,1168R^3 - 12,741R^2 + 37,509R - 15,59) \cdot 10^2 \cdot LPS + \\
 & + (-0,82359R^3 + 10,33R^2 - 24,6R + 40,671) \cdot 10^2.
 \end{aligned} \quad (3)$$

Постоянный автоматический мониторинг экстремальности навигационной ситуации с одним или несколькими уровнями сигнализации будет способствовать принятию капитаном морского судна своевременных решений по оперативному управлению составом ходовой навигационной вахты с целью снижения вероятности возникновения чрезвычайной ситуации при судовождении.

В итоге можно сформулировать следующие выводы, касающиеся как практического использования результатов настоящего исследования, так и возможных направлений его дальнейшего развития.

1. В основе большинства навигационных аварий лежит человеческий фактор; при этом ошибка судоводителя может привести в итоге к глобальной чрезвычайной ситуации с протяжёнными на десятилетия необратимыми последствиями.

2. Основной детерминантой, определяющей влияние человеческого фактора на навигационную безопасность плавания, является психологическая устойчивость судоводителя. Уровень психологической устойчивости, который может быть определён (измерен) при помощи известных и достоверных методик, предлагается использовать в качестве количественной оценки человеческого фактора. Вместе с тем, одной из задач дальнейшего исследования психологической устойчивости является обоснование менее субъективной, чем тесты, но такой же оперативной методики оценки её уровня. В частности, привлечение математических методов исследования и изучение психологической устойчивости как случайного процесса, позволит создать её математическую модель, которая может значительно уменьшить субъективизм процедуры оценивания вероятности возникновения чрезвычайной ситуации.

3. Психологическая устойчивость является такой характеристикой морского специалиста (в частности, судоводителя), которая в обязательном порядке должна учитываться при профессиональном отборе. Кроме того, в процесс подготовки будущих судоводителей и повышения квалификации действующих специалистов необходимо интегрировать методы и методики, направленные на повышение психологической устойчивости, скорректировав для этого программы подготовки.

4. Разработанная и представленная в табл. 1 матрица экстремальности даёт возможность оценить вероятность возникновения чрезвычайной ситуации при судовождении в зависимости от уровня психологической устойчивости вахтенного помощника капитана и от текущей навигационной ситуации, которая количественно определяется рангом сложности.

5. Матрица экстремальности может быть положена в основу технических и программных средств дистанционного (с берега) и непосредственного (на борту судна) мониторинга вероятности возникновения чрезвычайных ситуаций при судовождении. По сути, такие средства представляют собой системы поддержки принятий решений (СППР) при управлении риском ЧС в процессе плавания судна.



## Литература

1. Томилин А.Н. Человеческий фактор: понятие, сущность содержания, проблемы // Эксплуатация морского транспорта. 2015. № 2. С. 95-102.
2. Скороходов Д.А., Борисова Л.Ф., Борисов З.Д. Принципы и категории обеспечения безопасности мореплавания // Вестник Мурманского государственного технического университета. 2010. Т. 13. № 4-1. С. 719-729.
3. Томилин А.Н., Туктаров Р.Р. О некоторых специфических подходах к определению понятия "человеческий фактор" // Вестник государственного морского университета им. адмирала Ф.Ф. Ушакова. 2017. № 1 (18). С. 20-24.
4. Коровин А.Г. Разработка методов влияния человеческого фактора на безопасность судна // Вестник Камчатского государственного технического университета. 2009. № 10. С. 31-36.
5. Коростылёв В.Ф. Столкновение судов и их причины // Научные труды Дальневосточного государственного технического рыбохозяйственного университета. 2012. № 25. С. 69-74.
6. Кондратьев А.И., Худяков О.А., Попов А.Н. О необходимости внедрения беспилотных судов в торговый флот России // Транспортное дело России. 2016. № 6. С. 138-140.
7. Бондарев В.А., Ермаков С.В. Навигационная авария в контексте управления риском чрезвычайных ситуаций // Проблемы анализа риска. 2017. Т. 14. № 4. С. 58-66.
8. Ермаков С.В. Некоторые особенности прохождения проливов с сильными приливотливными течениями (на примере пролива Пентленд-Ферт) // Вестник государственного университета морского и речного флота имени адмирала С.О. Макарова. 2017. Т. 9. № 4. С. 691-703.
9. Ермаков С.В. Метод формализованной оценки сложности навигационной ситуации // Вестник государственного университета морского и речного флота имени адмирала С.О. Макарова. 2014. Вып. 4. С. 26-31.
10. Незавитина Т.С. Психофизиологическая характеристика стресса в профессиональной деятельности морских лоцманов в портах Украины // Актуальные проблемы транспортной медицины. 2012. № 1 (27). С. 73-83.
11. МЧС России. Термины МЧС. Устойчивость психологическая. <http://www.mchs.gov.ru/dop/terms/item/86697/>
12. Ермаков С.В. Анализ системы "судоводитель в ситуации" // Вестник Мурманского государственного технического университета. 2013. Т. 16. № 4. С. 699-703.

## HUMAN FACTOR IN THE CONTEXT OF ESTIMATION OF EMERGENCIES PROBABILITY DURING THE NAVIGATION

*The article analyzes the navigation casualty as a source of emergencies at sea, taking into account that the majority of such casualties have the human factor as the main cause. On the basis of empirical material (i.e. various navigational casualties), the existence of a causal relationship «human error (navigator error) navigation casualty emergency» is shown.*

*The applied interpretation of the notion "human factor" is justified. As a point quantitative assessment of the human factor, in order to research its impact on the emergency probability during the navigation, it is proposed to use such an integral characteristic of the navigator as psychological stability. The level of psychological stability can be determined by known methods based on tests.*

*The emergency probability during the navigation is directly determined as a function of two arguments: the level of the psychological stability of the navigator and the quantitative characteristics of the current navigation situation (its complexity rank). This function is built on the basis of an experiment on a navigation simulator, displayed in a matrix form and takes into account both the human factor and the current conditions and circumstances of the vessel's voyage.*

*Key words: emergency, probability, navigation casualty, human factor.*

### References

1. Tomilin A.N. Chelovecheskii faktor: poniatie, sushchnost soderzhaniia, problemy (The human factor: the concept, the essence of the content, challenges) // Ekspluatatsiia morskogo transporta. 2015. No 2. Pp. 95-102. (in Russ.).
2. Skorokhodov D.A., Borisova L.F., Borisov Z.D. Printsipy i kategorii obespecheniia bezopasnosti moreplavaniia (Principles and categories of safety of navigation) // Vestnik Murmanskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta. 2010. T. 13. No 4-1. Pp. 719-729. (in Russ.).
3. Tomilin A.N., Tuktarov R.R. O nekotorykh spetsificheskikh podkhodakh k opredeleniiu poniatia "chelovecheskii faktor" (Some specific approaches to the definition of the "human factor") // Vestnik gosudarstvennogo morskogo universiteta im. admirala F.F. Ushakova. 2017. No 1 (18). Pp. 20-24. (in Russ.).
4. Korovin A.G. Razrabotka metodov vliianiia chelovecheskogo faktora na bezopasnost sudna (Development of methods of influence of human factor on the safety of the ship) // Vestnik Kamchatskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta. 2009. No 10. Pp. 31-36. (in Russ.).
5. Korostylev V.F. Stolknovenie sudov i ikh prichiny (Collision of vessels and their causes) // Nauchnye trudy Dalnevostochnogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo rybokhoziaistvennogo universiteta. 2012. No 25. Pp. 69-74. (in Russ.).
6. Kondratev A.I., Khudiakov O.A., Popov A.N. O neobkhodimosti vnedreniia bespilotnykh sudov v torgovyi flot Rossii (On the need for the introduction of unmanned vessels in the merchant fleet of Russia) // Transportnoe delo Rossii. 2016. No 6. Pp. 138-140. (in Russ.).
7. Bondarev V.A., Ermakov S.V. Navigatsionnaia avariia v kontekste upravleniia riskom chrezvychainykh situatsii (A navigational casualty in the context of maritime emergency risk management) // Problemy analiza riska. 2017. T. 14. No 4. Pp. 58-66. (in Russ.).
8. Ermakov S.V. Nekotorye osobennosti prokhozhdeniia prolivov s silnymi prilivo-otlivnymi techeniiami (na primere proliva Pentlend-Fert) (Some features of passage strait with fast tidal stream (strait for example – Pentland Firth)) // Vestnik gosudarstvennogo universiteta morskogo i rechnogo flota imeni admirala S.O. Makarova. 2017. T. 9. No 4. Pp. 691-703. (in Russ.).
9. Ermakov S.V. Metod formalizovannoi otsenki slozhnosti navigatsionnoi situatsii (Method of the formalized assessment of the complexity of navigational situation) // Vestnik gosudarstvennogo universiteta morskogo i rechnogo flota imeni admirala S.O. Makarova. 2014. Vyp. 4. Pp. 26-31. (in Russ.).
10. Nezavitina T.S. Psikhofiziologicheskaiia kharakteristika stressa v professionalnoi deiatelnosti morskikh lotsmanov v portakh Ukrainy (Psychophysiological characteristics of stress in the professional activities of marine pilots in the ports of Ukraine) // Aktualnye problemy transportnoi meditsiny. 2012. No 1 (27). Pp. 73-83. (in Russ.).
11. MChS Rossii. Terminy MChS. Ustoichivost psikhologicheskaiia (Emercom of Russia. The terms of Emercom of Russia. Psychological stability). <http://www.mchs.gov.ru/dop/terms/item/86697/> (in Russ.).
12. Ermakov S.V. Analiz sistemy "sudovoditel v situatsii" (Analysis of the system "navigator in a situation") // Vestnik Murmanskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta. 2013. T. 16. No 4. Pp. 699-703. (in Russ.).