

С. И. Вивиорра, К. В. Пеньковская, В. И. Меньшиков

Классификация навигационных и промысловых ситуаций судовым специалистом

Операции синтеза и анализа состояния навигационной (или промысловой) ситуации выполняются судовыми специалистами, несущими ходовую вахту, с учетом большого количества противоречивых факторов. В ходе анализа используются данные, полученные с помощью круговой системы наблюдений и технических средств судовождения. Процесс выполнения специалистом указанных операций представлен в виде последовательности фазовых переходов; исследованы варианты классификации ситуаций, учитывающие структуру предпочтения лица, группирующего навигационные и промысловые ситуации в троичном исчислении. Данная классификация может быть обобщена и использована в программном продукте экспертных систем, обеспечивающих безопасность мореплавания и ведения промысла. Математическая модель классифицирующей функции, разработанная в ходе исследования и учитывающая структуру предпочтения лица, синтезирующего и анализирующего навигационные и промысловые ситуации, способна определять состояние ситуации таким образом, что при наличии одной опасной ситуации другая ситуация, в принципе не являющаяся опасной, не была бы принята как опасная. Предложена модель функции выбора лица, принимающего решения (ЛПР), которая оперирует формулами опасностей, заданными в троичном исчислении, и может быть использована в качестве элемента математического продукта для экспертных систем, обеспечивающих безопасное мореплавание. В частности, модель функции выбора ЛПР представляет собой логическое выражение, которое включает операции по дизъюнкции и конъюнкции, объединенные с помощью операции инверсии. Определен минимальный объем навигационной или промысловой информации, необходимый для функционирования троичной классифицирующей функции, который равен арифметической сумме информационных объемов, заданных для каждой опасной ситуации, и при этом позволяет использовать эту функцию в технических средствах судовождения и ведения промысла.

Ключевые слова: навигационные и промысловые ситуации, синтез и анализ ситуаций, фазовый переход, структура предпочтений, классифицирующая функция.

Введение

В настоящее время управление состоянием безопасной эксплуатации судов является одной из важнейших проблем мировой морской транспортной индустрии, которая обусловлена высоким уровнем аварийности судов, возникновением катастроф, связанных с морским транспортом и приводящих к гибели людей, потере значимых материальных средств, экономическим и экологическим последствиям.

Система обеспечения безопасной эксплуатации судна базируется на "эксперименте", т. е. целенаправленной организации наблюдений за состоянием навигационной или промысловой обстановки. Однако получаемая информация по большей части является субъективной и содержит ошибки наблюдений, вызванные как несовершенством структуры предпочтений, так и ограниченностью функции выбора, осуществляемой человеческим фактором. Поэтому эффективность управления навигационными или промысловыми операциями, направленного на предотвращение появления опасной ситуации, будет существенно зависеть от разрешающей способности структуры предпочтений и степени совершенства функции классификации.

Наилучшие свойства структуры предпочтений и функции классификации отмечаются лишь в том случае, если на заданном множестве сообщений человеческий элемент будет использовать данные, обладающие позитивной полнотой относительно динамики состояний навигационных или промысловых ситуаций. Однако классификация ситуаций, выбор их параметров с целью обеспечения безопасной эксплуатации судна могут быть затруднены или стать вообще не возможными вследствие низкой разрешающей способности структуры предпочтений, ограничивающей классификационные возможности человеческого фактора. Поэтому возникает необходимость исследования влияния разрешающей способности структуры предпочтений человеческого фактора на его способность к классификации и выбору опасных ситуаций, возникающих в ходе несения навигационной или промысловой вахты [1; 2].

Материалы и методы

В процессе исследования использован метод фазовых переходов, с помощью которого можно составить формуляр наблюдаемой ситуации по алфавиту, элементы которого заданы в троичном исчислении. Такой алфавит должен, во-первых, определить свойства структуры предпочтений лица, классифицирующего

ситуации (ЛКС), во-вторых, показать влияние этой структуры на точность однозначной классификации с последующим однозначным выбором опасных ситуаций. Кроме того, особенности классификации ситуаций с помощью формуляра, заданного в троичном исчислении, позволяют сделать обобщение и составить математическое описание функции выбора, необходимой ЛКС для принятия решений по обеспечению безопасности мореплавания в условиях неполной информированности (т. е. при минимальном объеме поступающей на мостик судна информации).

Пусть лицо, классифицирующее ситуации, принимает множество $E = e_1, \dots, e_n$ навигационных или промысловых сообщений (данных), поступающих к нему из системы кругового обзора и от навигационных и промысловых технических средств. На основе этих сообщений ЛКС синтезирует множество навигационных ситуаций $S = \{s_1, \dots, s_r\}$, состояние которых подтверждается последовательностью элементарных визуальных наблюдений, выполняемых в процессе слежения за окружающей обстановкой, а также с помощью технических средств. Затем ЛКС анализирует наблюдаемые ситуации, оценивает параметры их состояния и создает формуляр этих параметров, представленный как множество вида $W = \{w_1, \dots, w_m\}$.

Заданную последовательность операций синтеза и анализа, выполняемых ЛКС на основе получаемой информации, с формальной точки зрения можно представить как последовательность фазовых переходов вида

$$E \rightarrow S \rightarrow W. \quad (1)$$

Однако при слабой разрешающей способности структуры предпочтений и соответственно классифицирующей функции ЛКС определение параметров состояний ситуаций W и выбор опасной ситуации будет осуществляться в троичной форме представления данных (опасные – неопасные – неопределенные). Если зафиксировать разрешающую способность структуры предпочтений и классифицирующую функцию ЛКС в последовательности (1), то можно сформулировать ряд задач, которые являются основой при разработке принципов классификации и выбора опасных навигационных и промысловых ситуаций. Необходимо рассмотреть, во-первых, задачу по составлению математической модели классифицирующей функции, учитывающую свойства структуры предпочтения ЛКС, во-вторых, задачу определения минимальной по информационному объему матрицы W_0 как части исходной матрицы параметров W , которой должен оперировать ЛКС при классификации и выборе опасной ситуации.

Следует отметить, что информационный объем выделенной части матрицы W_0 будем считать равным числу вошедших в ее состав элементов исходной матрицы W . Кроме того, изложенная ниже методика классификации состояний наблюдаемых ситуаций является справедливой только в случае троичного исчисления функций классификации и выбора.

В исходном множестве $W = \{w_1, \dots, w_m\}$ параметров состояний промысловых и навигационных ситуаций для любой $s_i \in S$ может быть определена матрица M_i . В этой матрице на пересечении любых строк и столбцов находятся элементы, определяющие результаты выбора ЛКС параметров состояния w_m для ситуации s_i по данным из сообщения e_n .

Пусть далее конкретные параметры состояний ситуации $s_i \in S$ являются только физическими величинами α_{ij} . Если ЛКС оперирует классифицирующей функцией с последующим выбором опасных ситуаций, то физические величины α_{ij} будут принимать значения, определенные в рамках алфавита $\{0, 1, x\}$, где $x = \{0, 1\}$ – неопределенное значение параметра состояния ситуации, не позволяющее классифицировать эту ситуацию однозначно. Очевидно, что данный алфавит, во-первых, определяет свойства структуры предпочтений ЛКС, а во-вторых, показывает влияние этой структуры на точность однозначной классификации с последующим однозначным выбором опасных ситуаций. Более того, варьирование области неопределенных значений параметра состояния ситуации $\{0, 1\}$ оказывает влияние как на классифицирующую функцию, так и на функцию выбора опасных ситуаций. Объединим понятия "классифицирующая функция" и "функция выбора" в одно понятие "функция выбора" и далее будем использовать эти термины как синонимы.

Если ЛКС в ситуации $s_k \in S$ принял сообщения из множества E и оценил значения параметров α_{nm} , то результаты оценок можно представить, например, в виде матрицы M_k^* , строки которой будут соответствовать навигационным сообщениям из множества E , а столбцы – ситуациям из множества S . На пересечении i -й строки и j -го столбца в этой матрице будут располагаться значения параметров ситуации α_{ij} . Очевидно, что матрица M_k^* может быть получена из исходной матрицы M_k посредством замены значений $\langle x \rangle$ на 0 или 1.

Определим, в каких случаях анализ матрицы параметров ситуаций M и матрицы M_k^* , представленной как

$$\left\| \begin{array}{cccccc} 0 & 1 & 0 & 1 & x & 0 & 1 & x & x \\ 0 & 1 & x & x & x & 1 & 0 & 0 & 1 \end{array} \right\|, \quad (2)$$

позволит ЛПП принять решение об отсутствии в навигационном или промысловом пространстве некоторой опасной навигационной ситуации $s_i \in S$. Матрица (2) образована элементами из двух строк M_i и M_k и задана для двух значений, определяющих состояние ситуации, α_{ij} и α_{kj} .

Рассмотрим элементы матрицы (2) и сравним значения α_{ijl} и α_{kjl} . Так, пары значений параметров состояния навигационной ситуации, представленные в столбцах 1–5, не позволяют ЛПП принять решение об отсутствии опасной навигационной ситуации $s_i \in S$. В этих случаях $\alpha_{ijl} = \alpha_{kjl}$ (столбцы 1, 2) либо $\alpha_{ijl} = x$ (столбцы 3–5). Следовательно, если в состав матрицы M_i входят элементы, определенные такими α_{ijl} , которые имеют значения, указанные в столбцах 1–5, то ситуация $s_i \in S$ будет классифицироваться ЛКС как опасная. В случаях, представленных столбцами 6 и 7, всегда $\alpha_{ijl} \neq x$ и $\alpha_{ijl} \neq \alpha_{kjl} = \alpha_{kjl}^*$. Анализ значений α_{ijl} и α_{kjl}^* в данном случае позволяет ЛКС принять решение об отсутствии опасной ситуации $s_i \in S$. Таким образом, если в состав информации входит по крайней мере один элемент с таким α_{ijl} , что α_{ijl} и α_{kjl} имеют значения, приведенные в столбцах 6 и 7, то ситуация $s_i \in S$ не будет отнесена ЛПП к классу опасных.

В то же время результат анализа ситуаций может быть неоднозначным, когда α_{ijl} и α_{kjl} имеют значения, записанные в столбцах 8 и 9. В этом случае элементы матрицы α_{kjl}^* имеют значения 0 либо 1, причем заранее нельзя определить, какое из этих значений будет принято ЛКС. Поэтому решение о том, будет ли ситуация $s_i \in S$ включена в класс опасных или нет, зависит только от структуры предпочтений и функции выбора (опыта и интуиции) ЛПП, которые используются в его динамическом стереотипе производственного поведения.

Если же ЛКС сталкивается с двумя опасными ситуациями s_1 и s_2 , то увеличенная матрица параметров ситуаций (2) может быть представлена как

$$\begin{pmatrix} 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & x & 1 & 0 \\ x & 0 & 0 & x & 0 & x & 1 & x \\ 0 & x & x & 1 & x & 1 & x & 0 \\ 1 & x & x & x & x & x & x & x \end{pmatrix} \quad (3)$$

и состоять из четырех подматриц M_1 – M_4 по два столбца в каждой.

Ситуациям s_1 и s_2 соответствуют подматрицы M_2 и M_3 матрицы (3). Если доминирующей (в смысле параметра) признается ситуация s_2 , то в подматрице M_2 определена величина $\alpha_{2,2,1} = 1$, причем $\alpha_{3,2,1} = x$. При определении параметра состояния ситуации оценка $\alpha_{3,2,1}^*$ может быть равна 0 или 1. Если $\alpha_{3,2,1}^* = 0$, то s_2 не будет опасной ситуацией, а если $\alpha_{3,2,1}^* = 1$, то s_2 будет классифицироваться ЛКС как опасная ситуация.

При оценке параметров ситуаций $s_k \in S$ и $s_i \in S$ ситуация s_i всегда будет отнесена ЛКС к классу опасных, но это не означает, что при опасной ситуации s_i ситуация s_k также будет отнесена к этому же классу. Например, ЛКС в текущей навигационной или промысловой обстановке имеет матрицу (3), и в ней им определена опасная ситуация с состоянием s_2 . Очевидно, s_3 обязательно будет классифицирована ЛКС как опасная ситуация. Если опасность присуща ситуации s_3 , то ситуация s_2 будет определена как опасная (или неопасная), и данная классификация зависит от конкретного информационного сообщения и функции выбора, учитывающей структуру предпочтений ЛКС.

Таким образом, для пары опасных ситуаций $s_k, s_n \in S$ можно дополнительно составить матрицу Q_{kn} . Строки этой матрицы должны соответствовать навигационным сообщениям из множества E , столбцы – параметрам состояния ситуаций из множества W . В данной матрице на пересечении любых строки и столбца определены значения параметров состояний ситуаций β_{jik} , которые зависят от значений α_{kjl} и α_{ijl} в соответствии с матрицей вида

$$\begin{pmatrix} 0 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 0 \\ z & z & 0 \end{pmatrix}, \quad (4)$$

где столбцы соответствуют значениям $\alpha_{ijl} = \{0, 1, x\}$, а строки – $\alpha_{kjl} = \{0, 1, x\}$.

Иными словами, по значению параметра состояния ситуации w_j и принятому сообщению e_l всегда можно сделать вывод об отсутствии опасной ситуации s_i , при этом $\beta_{ij}^{ik} = 1$. Если состав классифицированных опасных ситуаций зависит от результата обработки навигационной информации (оценки α_{kjl}^*), то $\beta_{ij}^{ik} = z$. В случае когда при любых возможных для α_{kjl}^* значениях нельзя сделать вывод об отсутствии s_i , то $\beta_{ij}^{ik} = 0$.

В качестве иллюстрации рассмотрим навигационную (или промысловую) обстановку, которую представим с помощью матрицы Q_{ik}

$$\left\| \begin{array}{cccccccccccccccc} 0 & 0 & 0 & z & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & z & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & z \\ 0 & z & 0 & z & 0 & z & z & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & z & 0 & 0 & 0 & 1 & z & z & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 \\ z & 0 & z & 0 & z & 0 & 0 & z & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & z & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & z & 0 & 1 & 0 & 1 \\ z & 0 & z & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & z & 0 & z & 0 \end{array} \right\|, \quad (5)$$

связав ее со всеми возможными парами ситуаций $s_k, s_i \in S$ при $k \neq i$. В этом случае навигационную (или промысловую) обстановку следует рассматривать как последовательность фазовых переходов, определенных данными $S = \{s_1, s_2, s_3, s_4\}$; $E = \{e_1, e_2, e_3, e_4\}$; $W = \{w_1, w_2\}$.

Приведенное описание механизма (функции) классификации и выбора состояний опасных ситуаций при заданной структуре предпочтений ЛКС может быть обобщено и использовано при составлении математической модели функции классификации и выбора опасных ситуаций, заданной в троичном исчислении.

Результаты и обсуждение

Представленные выше особенности классификации ситуаций позволяют составить математическое описание функции выбора, выполняемой ЛКС и необходимой ему для принятия решений по обеспечению безопасности мореплавания [3]. Для этой цели рассмотрим элемент β_{ik} , который расположен на пересечении i -й строки и k -го столбца матрицы Q_{ik} . Если принять величину β_{ik} в качестве булевой переменной, то можно составить модель выбора опасной ситуации в виде следующего логического выражения:

$$B_{ik} = u C_{ik} \vee u^* v^* D_{ik} \vee v, \quad (6)$$

где C_{ik} – дизъюнкция переменных β_{ik} , соответствующих элементам матрицы Q_{kn} , в которых определена 1; D_{ik} – конъюнкция переменных β_{ik} , соответствующих элементам матрицы Q_{kn} , в которых определена z ; $u = 1$, если в Q_{kn} имеется хотя бы один элемент с единицей, иначе $u = 0$ (u^* – инверсия u); $v = 1$, если в Q_{kn} все элементы – нули, иначе $v = 0$ (v^* – инверсия v).

Выберем элементы матрицы M_i , соответствующие переменным одного из термов дизъюнктивной нормальной формы, представленной выражением (6), и допустим, что имеет место ситуация s_k . Тогда нетрудно показать, что если по исходной матрице параметров состояний ситуаций можно сделать вывод об отсутствии опасной ситуации s_i , то такая классификация должна быть принята ЛКС. Если в матрице Q_{kn} есть единичные элементы, то любой терм из выражения (6) содержит одну переменную и задает координату единичного элемента. Поэтому достаточно знать величину, проставленную хотя бы в одном элементе с такими же координатами в матрицах M_i и M_i^* , чтобы сделать вывод об отсутствии опасной ситуации s_i в окружающем судно навигационном или промысловом пространстве.

При $u = 0$ и $v = 0$ выражение (6) состоит из одной конъюнкции и задает все элементы матрицы (5) со значением z . Следовательно, ситуация s_i может быть определена ЛКС как опасная (или неопасная) по исходной матрице M_i при заданных параметрах состояний ситуаций и поступающим навигационным сообщениям, которые и определяют в матрице Q_{kn} элементы со значениями z . Поэтому при оценках состояний ситуаций из наблюдаемого навигационного пространства необходимо использовать элементы матрицы M_i , сопоставленные всем переменным матрицы Q_{kn} . Когда элементы матрицы Q_{kn} являются нулями (т. е. ситуацию s_i невозможно отличить от ситуации s_k при наличии в окружающем навигационном или промысловом пространстве опасной ситуации s_k), то $B_{ik} = 1$.

Для нашего примера выражения B_{ih} имеют следующий вид:

$$\begin{array}{ll} B_{1,2} = \beta_{3,1} \beta_{4,1} \beta_{2,2}, & B_{3,1} = \beta_{2,1} \beta_{3,2}, \\ B_{1,3} = \beta_{3,1} \beta_{4,1} \beta_{1,2} \beta_{2,2}, & B_{3,2} = 1, \\ B_{1,4} = \beta_{1,1} \vee \beta_{1,2}, & B_{3,4} = \beta_{1,1} \vee \beta_{2,1} \vee \beta_{3,2}, \\ B_{2,1} = \beta_{2,1} \beta_{3,2}, & B_{4,1} = \beta_{1,1} \vee \beta_{1,2}, \\ B_{2,3} = \beta_{1,1}, & B_{4,2} = \beta_{1,1} \vee \beta_{2,1} \vee \beta_{1,2} \vee \beta_{3,2}, \\ B_{2,4} = \beta_{1,1} \vee \beta_{2,1} \vee \beta_{1,2} \vee \beta_{3,2}, & B_{4,3} = \beta_{1,1} \vee \beta_{2,1} \vee \beta_{3,2}. \end{array}$$

Определив множество, содержащее переменные по крайней мере одной конъюнкции из каждого B_{ih} ($k = 1, \dots, r$; $k \neq i$), тем самым найдем элементы матрицы M_i , при использовании которых ЛКС не классифицирует s_i как опасную ситуацию в рамках составленной функции выбора (6). Для определения таких множеств переменных вычислим логическое произведение

$$B_i = B_{i,1} \wedge \dots \wedge B_{i,r} = \bigwedge_{k=1}^r B_{ik} \quad (k \neq i) \quad (7)$$

и приведем его к дизъюнктивной нормальной форме. Тогда каждая конъюнкция в выражении (7) задает часть элементов исходной матрицы функции выбора ЛКС, использование которой в качестве дополнительной

информации позволяет получить перечень опасных ситуаций, не включающий ситуацию s_i , даже если она и войдет в этот перечень при использовании всей исходной матрицы, определяющей функцию выбора. Так, для примера, приведенного выше, B_i ($i = 1, 2, 3, 4$) имеют следующий вид:

$$\begin{aligned} B_1 &= \beta_{3,1} \beta_{4,1} \beta_{1,2} \beta_{2,2}, & B_2 &= \beta_{2,1} \beta_{1,2} \beta_{3,2}, \\ B_3 &= \beta_{2,1} \beta_{3,2}, & B_4 &= \beta_{1,1} \vee \beta_{2,1} \vee \beta_{1,2} \vee \beta_{1,2} \beta_{3,2}. \end{aligned}$$

Тогда достаточно знать значения элементов четырех клеток из матрицы M_i (элементов на пересечении 1-го столбца с 3-й и 4-й строками и на пересечении 2-го столбца с 1-й и 2-й строками), чтобы при наличии опасной ситуации s_h ситуация s_i не была бы классифицирована ЛКС как опасная. Если же ситуация s_i классифицируется ЛКС как опасная, то для подтверждения такой классификации должны быть использованы данные матрицы M_i в качестве дополнительной информации [4].

Объем навигационной информации, необходимый ЛКС для классификации ситуаций с помощью функции выбора (с достаточной разрешающей способностью), существенно зависит от представлений о структуре предпочтений человеческого фактора. Поэтому далее определим множество потенциально опасных ситуаций следующим образом. Пусть ЛКС синтезировал, проанализировал и принял к использованию параметры ситуации из множества W по каждому навигационному сообщению из множества E . Если состояние опасных ситуаций определено на части множества сообщений и множестве параметров, то ЛКС выполняет сравнение только для заданных сообщений и конкретных параметров. При этом ситуацию s_i ЛКС считает потенциально опасной, если при сравнении сообщений и параметров [например, в матрице (2)] появляется значение, равное x . Выполнив аналогичные операции для каждой ситуации $s_i \in S$, ЛКС способно локализовать множество потенциальных навигационных или промысловых ситуаций, влияющих на безопасность мореплавания и ведение промысла.

Определим минимальный объем информации, которая используется для классификации и выбора опасных ситуаций. В общем случае необходимый информационный объем будет равен арифметической сумме информационных объемов, заданных для каждой ситуации из множества S . Информацию, которую следует получить с помощью системы кругового обзора и технических средств судна, при выборе опасной ситуации s_i можно определить, привлекая операции конъюнкции для выражений B_i . Объем информации, соответствующий некоторой конъюнкции из B_i равен числу символов β_{ij} в этой конъюнкции. Так, конъюнкции $\beta_{2,1} \beta_{1,2}$ из B_4 соответствует объем навигационной информации, количественно равный двум единицам.

Пусть для ситуации $s_i \in S$ определена величина B_i . Тогда обозначим b_i конъюнкцию из B_i , содержащую наименьшее число символов β_{ij} . Очевидно, b_i определяет наименьшее число элементов из матрицы M_i , которые необходимы ЛКС при выборе потенциально опасной ситуации. Тогда процесс определения минимальной части исходной матрицы и минимального информационного объема, которые использует ЛКС для классификации потенциально опасных ситуаций с разрешающей способностью, заданной в структуре предпочтений человеческого фактора, можно представить в виде такой последовательности:

- для каждой пары ситуаций $s_h, s_i \in S$ ($k \neq i$) определяется величина B_{ki} ;
- вычисляется выражение B_i для всех s_i и величины b_i для всех B_i ;
- определяется часть исходной матрицы выбора опасных ситуаций, которая включает элементы, соответствующие всем b_i ($i = l, \dots, r$).

Величину минимального информационного объема можно оценить с учетом последовательности операций и матрицы (4). Используя последовательность операций, из матрицы (4) выделяются те ее элементы, которые соответствуют рассмотренным конъюнкциям, и тем самым определяется та часть исходной матрицы, использование которой позволит ЛКС осуществить выбор опасной ситуации при минимальном информационном объеме и минимальном риске [5].

Заключение

Решение задачи по выбору опасных навигационных и промысловых ситуаций судовыми специалистами, несущими ходовую вахту и получающими информацию с помощью круговой системы наблюдений и технических средств, представлено как последовательность фазовых переходов. В рамках этой последовательности предложен вариант классификации опасных ситуаций с помощью функции выбора, учитывающей структуру предпочтений человеческого фактора.

Модель функции выбора, заданная в троичном исчислении, способна определять состояние ситуации таким образом, что при наличии одной опасной ситуации другая ситуация, в принципе не являющаяся опасной, не будет классифицирована как опасная. Кроме того, операция по классификации и выбору опасных ситуаций может быть выполнена при минимальном объеме навигационной и промысловой информации, который равен арифметической сумме информационных объемов (формуляров), заданных для каждой опасной ситуации.

С практической точки зрения составленное математическое описание функций классификации и выбора опасных ситуаций может быть использовано в программном продукте экспертных систем, обеспечивающих текущую безопасность мореплавания и ведения промысла.

Библиографический список

1. Айзерман М. А., Малишевский А. В. Некоторые аспекты общей теории выбора лучших вариантов // Автоматика и телемеханика. 1981. № 2. С. 65–83.
2. Льюс Р. Д., Райфа Х. Игры и решения. Введение и критический обзор. М. : Иноиздат, 1961. 642 с.
3. Катенин В. А., Дмитриев В. И. Навигационное обеспечение судовождения. М. : Академкнига, 2006. 372 с.
4. Глотов Ю. Г., Семченко В. А., Сологуб Т. Н. [и др.]. Безопасность жизнедеятельности человека на морских судах : справочник. М. : Транспорт, 2000. 317 с.
5. Абчук В. А. Теория риска в морской практике. Л. : Судостроение, 1983. 150 с.

References

1. Aizerman M. A., Malishevskiy A. V. Nekotoryye aspekty obshchey teorii vybora luchshikh variantov [Some aspects of the general theory of choosing the best options] // Avtomatika i telemekhanika. 1981. N 2. P. 65–83.
2. L'yus R. D., Raifa H. Iгры i resheniya. Vvedeniye i kriticheskiy obzor [Games and solutions. Introduction and critical review]. M. : Inoizdat, 1961. 642 p.
3. Katenin V. A., Dmitriyev V. I. Navigatsionnoye obespecheniye sudovozhdeniya [Navigational support of navigation]. M. : Akademkniga, 2006. 372 p.
4. Glotov Yu. G., Semchenko V. A., Sologub T. N. [i dr.]. Bezopasnost' zhiznedeyatel'nosti cheloveka na morskikh sudakh [Safety of human vital activity on sea vessels] : spravochnik. M. : Transport, 2000. 317 p.
5. Abchuk V. A. Teoriya riska v morskoy praktike [Theory of risk in marine practice]. L. : Sudostroyeniye, 1983. 150 p.

Сведения об авторах

Вивиорра Сергей Игоревич – ул. Спортивная, 13, г. Мурманск, Россия, 183010; Мурманский государственный технический университет, аспирант; e-mail: sergey-viviorra@yandex.ru

Viviorra S. I. – 13, Sportivnaya Str., Murmansk, Russia, 183010; Murmansk State Technical University, Ph. D. Student; e-mail: sergey-viviorra@yandex.ru

Пеньковская Ксения Вячеславовна – ул. Спортивная, 13, г. Мурманск, Россия, 183010; Мурманский государственный технический университет, канд. техн. наук, доцент; e-mail: kseniamgtu@rambler.ru

Pen'kovskaya K. V. – 13, Sportivnaya Str., Murmansk, Russia, 183010; Murmansk State Technical University, Cand. of Tech. Sci., Associate Professor; e-mail: kseniamgtu@rambler.ru

Меньшиков Вячеслав Иванович – ул. Спортивная, 13, г. Мурманск, Россия, 183010; Мурманский государственный технический университет, д-р техн. наук, профессор; e-mail: menshikovvi@mstu.edu.ru

Men'shikov V. I. – 13, Sportivnaya Str., Murmansk, Russia, 183010; Murmansk State Technical University, Dr of Tech. Sci., Professor; e-mail: menshikovvi@mstu.edu.ru

S. I. Viviorra, K. V. Pen'kovskaya, V. I. Men'shikov

Classification of navigational and fishing situations by the ship's specialist

Operations of synthesis and analysis of the state of the navigational or fishing situation are performed by a shipboard specialist who carrying watch, he ought to take into account a large number of contradictory factors. The analysis uses data obtained with the help of a circular observing system and technical means of navigation. The process of performing these operations by a specialist is presented in the form of a sequence of phase transitions; variants of classification of situations are studied taking into account the structure of preferences of the person grouping navigation and fishing situations in ternary terms. This classification can be generalized and used in the software product by expert systems that provide current safety of navigation and fishing. The mathematical model of the classifying function is developed that takes into account the preferences structure of the person synthesizing and analyzing navigational and fishing situations and is able to determine the state of the situation so that in the presence of one dangerous situation, another situation – in principle not dangerous – is not accepted as a dangerous one. A model of the decision maker (DM) function is proposed, which operates with the hazard formulators specified in ternary terms and can be used as an element of a mathematical product for expert systems that ensure safe navigation. In particular, the model of the decision maker selection function is a logical expression that includes disjunction and conjunction operations, combined using the inversion operation. The minimum amount of navigation or field information necessary for the functioning of the ternary classifying function is determined, which is equal to the arithmetic sum of the information volumes specified for each hazardous situation and allows using this function in technical means of navigation and fishing.

Key words: navigation and fishing situations, synthesis and analysis of situations, phase transition, structure of preferences, classification function.