

Т. Г. Тагиев, В. И. Меньшиков

ДИНАМИКА ПОВЕДЕНИЯ НАБЛЮДАТЕЛЯ В СУДОВОЙ СИСТЕМЕ КРУГОВОГО НАБЛЮДЕНИЯ (ОБЗОРА)

Составлена динамическая модель поведения наблюдателя в судовой системе кругового обзора, в рамках вероятностного подхода с топологией, учитывающей тот факт, что судовой специалист при наблюдении и разрешении опасных навигационных и промысловых ситуаций руководствуется знанием технологии несения вахты и имеющимся опытом. Эта модель позволяет, во-первых, оценить вероятность появления тех или иных конкретных форм поведения наблюдателя, во-вторых, определить среднее время, при котором он обладает способностью к владению навигационной или промысловой ситуациями и, в-третьих, сформировать некоторый порядок в переходах от одного поведенческого состояния наблюдателя к другому. Предложенная модель является циклическим графом, в котором случайное время поведения наблюдателя определяется заданными лингвистическими параметрами, переведенными в морфологические представления, которые фиксируются в виде законов распределения отрезков времени. В рамках составленной динамической модели поведения наблюдателя найдено среднее время его равновесного поведения, в течение которого он способен нести ходовую вахту, выполняя наблюдения в системе кругового обзора за окружающей средой, и при этом одновременно разрешать – при заданной цели и фиксированной культуре управления – опасные навигационные ситуации в рамках принципа «владения ситуацией». Выдвинуты альтернативные гипотезы, принятые за лингвистические параметры, определяющие те или иные динамические состояния поведения наблюдателя, присущие ему в рамках практической деятельности в судовой системе кругового обзора. Это позволит оценить среднее время нахождения наблюдателя в состоянии равновесного поведения, наиболее полно соответствующего условиям реализации принципа «владения ситуацией», и сформировать некоторый порядок в переходах от одного поведенческого состояния наблюдателя к другому.

Ключевые слова: система кругового наблюдения, наблюдатель, равновесное и неравновесное поведение, принцип «владения ситуацией».

Введение

Согласно статистическим данным, действия «человеческого фактора» в 80 % являются основой развития аварийных ситуаций на транспортных и промысловых судах. Кроме того, статистика свидетельствует, что самым слабым звеном системы «человек – судно – среда» является человек. Поэтому «человеческое» звено следует укреплять, помогая специалистам справляться с тем, с чем сегодня они уже справиться не в состоянии.

Известно, что надежность любой системы управления состоянием судна зависит в первую очередь от времени, необходимого на выполнение операции по выбору того или иного управления. Ошибки же «человеческого фактора» в первую очередь связаны с недостатком времени на принятие решений и реализацию управлений. В настоящее время изменения среды, окружающей судно, достигли природных способностей человека к восприятию ситуационного динамизма. Так, например, объем оперативной памяти и информационная пропускная способность человека на мостике судна довольно низкие и не соответствуют современным реалиям [1]. Именно поэтому в рамках научно-технической революции рабочие места по управлению состоянием безопасности мореплавания, суда оснащаются экспертными системами, усиливающими те качества «человеческого фактора», которые у него недостаточно развиты.

Одной из основных обязанностей «человеческого фактора» при управлении состоянием безопасности мореплавания является наблюдение за состоянием окружающей среды, осуществляемое в системе кругового обзора, и принятие решений (управлений), с привлечением экспертных систем, минимизирующих риск принятия ошибочных решений. Поэтому при выполнении операций с минимизацией риска от выбора ошибочных или не работающих решений, приводящих к генерации опасных навигационных ситуаций, достаточно важным является составление динамических моделей поведения наблюдателя в судовой системе кругового обзора.

Динамические модели должны обеспечивать как оценку вероятностей появления тех или иных форм поведенческих состояний наблюдателя, так и оценку среднего времени, в течение которого наблюдатель обладает неопределенными поведенческими состояниями, более того, оценивать среднее время, при котором наблюдатель, выполняя функции управления, теряет способность к владению ситуацией [2].

Динамическая модель поведения наблюдателя в судовой системе кругового обзора

При составлении модели динамики поведения, характеризующего состояние наблюдателя в судовой системе кругового обзора, наиболее перспективным может быть использование вероятностного метода описания. Топология такой модели должна учитывать тот факт, что наблюдатель, руководствуясь знанием технологии несения вахты и имеющимся опытом, обычно создает концептуальную модель и оценивает по ней возможные результаты разрешения опасной ситуации. Процессу составления концептуальной модели ситуации и принятия решения о ее разрешении предшествует прием, преобразование и дешифровка информации о навигационной ситуации. Тогда сравнение ожидаемого результата разрешения с наблюдаемым результатом разрешения ситуации позволяет принять ряд альтернативных гипотез, с помощью которых можно определить динамику состояний поведения наблюдателя в судовой системе кругового обзора.

Пусть альтернативные гипотезы, принятые за лингвистические параметры (далее – параметры) определяют те или иные динамические состояния поведения наблюдателя, присущие ему в рамках практической деятельности в судовой системе кругового обзора. Эти параметры можно зафиксировать следующим образом:

– A_0 – гипотеза о том, что навигационная информация о результатах фактического разрешения ситуации идентична ожидаемой информации и отношение идентичности правильно воспринято лицом, принимающим решение (ЛПР);

– A_1 – гипотеза о том, что навигационная информация о фактическом результате разрешения ситуации не идентична ожидаемому (планируемому) результату, но правильно принята, преобразована и декодирована ЛПР;

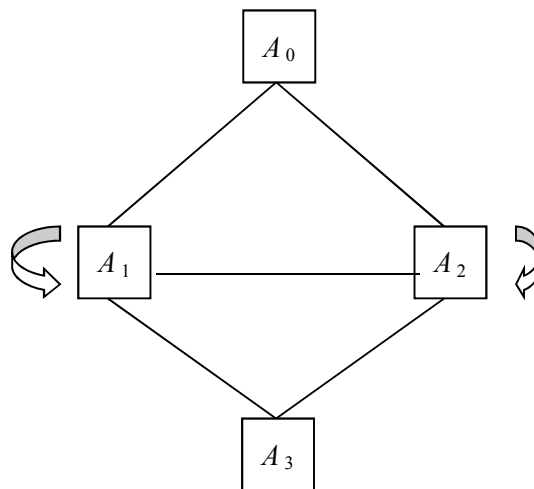
– A_2 – гипотеза о том, что оба вида информации о результатах разрешения ситуации связаны отношением идентичности, но ЛПР исказил эту информацию при приеме, преобразовании и декодировании;

– A_3 – гипотеза о том, что оба вида информации о результатах разрешения ситуации в действительности не идентичны, при этом информация о реальном результате дополнительно искажена ЛПР в процессе ее восприятия, обработки и декодирования.

Пусть далее альтернативы, формируя фиксированные состояния поведения наблюдателя в судовой системе кругового обзора после приема, декодирования и преобразования информации, образуют полную группу событий. Тогда состояниям поведения наблюдателя из системы кругового обзора для трех последних параметров должны быть свойственны информационные искажения, приводящие к нарушению равновесного поведения. В то же время состояние поведения наблюдателя, отвечающее первому параметру, следует связывать с существующим понятием динамической равновесности – гомеостазисом.

Равновесное поведение наблюдателя при разрешении опасных ситуаций является наиболее предпочтительным, поскольку позволяет оптимально как осуществлять прием, декодирование и преобразование информации о результатах разрешения ситуации, так и принимать решения при максимальной величине функции готовности «человеческого фактора» [3]. Здесь следует обратить особое внимание на то, что при нарушении равновесного состояния поведения наблюдателя возможны процессы как полного и частичного восстановления равновесного состояния поведения наблюдателя, так и реальная вероятность потери способности к владению ситуацией [4].

Свяжем приведенные выше параметры A_i , определяющие состояния поведения наблюдателя, двойко направленными связями V_i , фиксирующими переходы от одного состояния в поведении наблюдателя к другим состояниям. Тогда составленный циклический граф $Q(A_i, V_i)$ можно принять за модель динамики состояний поведения наблюдателя, реализуемых в судовой системе кругового обзора (рис.).



Модель динамики состояний поведения наблюдателя, реализуемых в судовой системе кругового обзора

При этом случайное время поведения наблюдателя, определяемое состоянием параметров A_i до перехода за один шаг к состоянию, соответствующему параметру A_j , будем характеризовать законами распределения (переходными вероятностями) $\Phi_{ij}(t)$. В то же время случайное время поведения наблюдателя, отвечающего конкретному параметру A_i , – законом распределения (вероятностями) $\Phi_i(t)$ [5].

Таким образом, предложенная в виде графа $Q(A_i, V_i)$ модель динамики поведенческих состояний наблюдателя в судовой системе кругового наблюдения позволяет, во-первых, оценить вероятность появления тех или иных конкретных форм его поведения, а во-вторых – определить среднее время, при котором он может полностью потерять способность к владению навигационной ситуацией (поведение с параметром A_3).

Вероятность появления состояний, определяющих динамику поведений наблюдателя в системе кругового обзора (наблюдения)

При определении вероятности появления состояний, формирующих динамику поведения наблюдателя в системе кругового обзора (наблюдения), будем считать, что $A = \{A_i\}$, представленные как вершины графа, являются параметрами поведенческих состояний, а связи $V = \{V_i\}$ в графе отражают свойство направленного динамизма этих состояний. Тогда если допустить, что из поведенческого состояния наблюдателя, определенного параметром A_0 , возможен переход в поведенческое состояние с параметром A_1 или параметром A_2 (рис.), то закон распределения времени $\Phi_0(t)$ равновесного поведения этого наблюдателя следует искать в виде суммы двух сверток [5], т. е.

$$\Phi_0(t) = \Phi_{01}(t) * \Phi_1(t) + \Phi_{02}(t) * \Phi_2(t), \quad (1)$$

где знаком $*$ обозначена свертка двух законов распределения, причем

$$\Phi_{01}(t) * \Phi_1(t) = \int_0^t \Phi_{01}(x) d\Phi_1(t-x),$$

$$\Phi_{02}(t) * \Phi_2(t) = \int_0^t \Phi_{02}(x) d\Phi_2(t-x).$$

Закон распределения $\Phi_0(t)$, найденный по описанию лингвистического параметра A_0 и в рамках динамической модели (рис.), может быть преобразован в морфологический параметр, который определяет свойство состояния равновесного поведения наблюдателя в судовой системе кругового обзора. В то же время допустимо преобразование морфологического парамет-

ра $\Phi_0(t)$ в физическую величину, например, в оценку среднего времени равновесного поведения наблюдателя, когда он способен к достоверной реализации принципа «владения ситуацией» [4].

В соответствии с предложенной динамической моделью параметры A_1 – A_3 определяют одно общее сложное состояние наблюдателя, которое выше было определено как неравновесное (неустойчивое) состояние судового специалиста. Используя описание модели поведения наблюдателя в системе кругового обзора, найдем морфологические параметры направленных переходов вида $\Phi_{ij}(t)$. Тогда параметры переходов $\Phi_{01}(t)$ и $\Phi_{02}(t)$, используемые в выражении (1), можно найти, если руководствоваться стандартными рассуждениями [5]. Так, если наблюдатель в системе кругового обзора будет находиться в поведенческом состоянии с параметром A_1 на интервале времени $(x, x + \Delta x)$ до момента его перехода в поведенческое состояние A_0 , то вероятность такого события можно оценить так:

$$[1 - R_1(x)]F'(x)\Delta x = Q_1(x)F'(x)\Delta x,$$

где $F'(x)$ – закон распределения времени, в течение которого сохраняются поведенческие состояния наблюдателя с параметрами A_0 – A_3 до их изменений; $R_1(x)$ – закон распределения времени восстановления отношения идентичности результатов в состоянии с параметром A_1 , причем

$$Q_1(x) = [1 - R_1(x)].$$

Если устремить величину Δx к нулю и суммировать по всем значениям времени x от нуля до t , закон распределения времени перехода за один шаг от поведенческого состояния наблюдателя с параметром A_1 к поведенческому состоянию наблюдателя с параметром A_0 выражается формулой

$$\Phi_{01}(t) = \int_0^t Q_1(x)dF(x).$$

Аналогично можно записать закон распределения времени перехода от поведенческого состояния с параметром A_2 к поведенческому состоянию наблюдателя с параметром A_0 :

$$\Phi_{02}(t) = \int_0^t P(x)dR_1(x),$$

где

$$P(x) = 1 - F'(x).$$

Законы распределения $\Phi_1(t)$ и $\Phi_2(t)$, входящие в выражение (1), для неравновесных (неустойчивых) поведенческих состояний наблюдателя с параметрами A_1 и A_2 будем искать, используя следующую систему сверток:

$$\Phi_1(t) = \Phi_{11}(t) * \Phi_1(t) + \Phi_{12}(t) * \Phi_2(t) + \Phi_{13}(t);$$

$$\Phi_2(t) = \Phi_{21}(t) * \Phi_1(t) + \Phi_{22}(t) * \Phi_2(t) + \Phi_{23}(t),$$

где $\Phi_{11}(t)$ и $\Phi_{22}(t)$ – законы распределения времени переходов из состояний поведения наблюдателя с параметрами A_1 и A_2 в эти же состояния.

Путем рассуждений, аналогичных нахождению закона распределения $\Phi_{01}(t)$, можно получить законы распределения времени восстановления состояний с морфологическими параметрами $\Phi_{11}(t)$ и $\Phi_{22}(t)$. Для наглядности без вывода приведем выражение, определяющее закон распределения времени Φ_{11} поведения наблюдателя в состоянии с параметром A_1 , записав его следующим образом:

$$\Phi_{11}(t) = \int_0^t G(x)Q_1(x)dF(x) + \int_0^t \int_0^x R_1(y)dG(y)dF(x), \quad (2)$$

где $G(x)$ – распределение времени восстановления состояний наблюдателя с параметрами A_0 – A_3 в рассматриваемой системе кругового обзора.

Используя аналогичные рассуждения, можно составить закон распределения времени восстановления состояния с параметром $\Phi_{22}(t)$, а также законы распределений времени переходов из состояний с параметрами A_2 и A_3 в состояние с параметром A_1 , записав их как

$$\Phi_{12}(t) = \int_0^t P(x)G(x)dQ_1(x); \quad (3)$$

$$\Phi_{13}(t) = \int_0^t [1 - G(x)]dF(x).$$

Таким образом, лингвистические параметры состояний наблюдателя A_0 и A_3 из модели (рис.), преобразованные в морфологические параметры $\Phi_{ij}(t)$ и $\Phi_i(t)$, позволяют оценить закон распределения времени $\Phi_0(t)$, в течение которого этот наблюдатель обладает равновесным поведением, наиболее благоприятным для реализации принципа «владения ситуацией».

В то же время, анализируя параметры переходов в динамической модели $Q(A_i, V_i)$, можно дополнительно сформулировать ряд свойств, определяющих порядок в поведении наблюдателя применительно к неравновесному режиму поведения в судовой системе кругового обзора. Так, в выражении (2) первое слагаемое является вероятностью того, что наблюдатель изменит свое текущее поведенческое состояние на состояние с параметром A_3 , но только после реализации поведенческого состояния с параметром A_1 , но раньше наступления поведенческого состояния с параметром A_2 . Второе слагаемое в этом выражении является вероятностью появления события, когда поведенческое состояние с параметром A_2 не реализуется, поскольку к требуемому моменту времени наблюдатель еще находится в поведенческом состоянии с параметром A_1 .

Из выражения (3) для параметра $\Phi_{12}(t)$ следует, что у наблюдателя момент начала поведенческого состояния с параметром A_2 наступает только после завершения поведенческого состояния с параметром A_1 , но до момента формирования поведенческого состояния с параметром A_3 . Структура выражения (3) также позволяет утверждать, что вероятность перехода $\Phi_{12}(t)$ можно оценить лишь в том случае, когда имеет место достоверная информация о результатах разрешения ситуации в поведенческом состоянии с параметром A_2 .

Из зависимости, отражающей закон распределения времени перехода $\Phi_{13}(t)$, следует, что поведенческое состояние с параметром A_3 может появиться только до момента формирования поведенческого состояния с параметром A_1 . Более того, следует отметить, что практический результат при оценке времени перехода из состояния с параметром A_3 в состояние с параметром A_1 можно получить лишь после завершения поведенческого состояния с параметром A_3 , но до момента наступления поведенческого состояния с параметром A_1 .

В заключение можно составить закон распределения времени перехода из поведенческого состояния с параметром A_1 в поведенческое состояние A_2 и записать его как

$$\Phi_{21}(t) = \int_0^t Q_1(x)R_2(t)dF(x) + \int_0^t \left[\int_0^x R_1(y)dR_2(y) \right] dF(x), \quad (4)$$

где $R_2(t)$ – закон распределения времени восстановления информации об отношении идентичности результатов в состоянии с параметром A_2 при выполнении условия $G(t) \leq R_2(t)$.

В этом выражении первое слагаемое является вероятностью того, что данные о результатах разрешения ситуации могут содержать ошибку в принятом решении. Ошибка возможна, если дополнительная информация о результатах разрешения ситуации поступит к наблюдателю до момента принятия решения или после принятия этого решения. Второе слагаемое в выражении (4) определяет вероятность появления ошибки в принятом решении, когда изменения результатов разрешения ситуации не наблюдались, поскольку к требуемому моменту времени был еще не завершен процесс управления ситуацией по предыдущей информации о результатах. Таким образом, предложенная динамическая модель поведения наблюдателя в судовой системе кругового обзора позволяет:

– оценивать среднее время T_p нахождения наблюдателя в состоянии равновесного поведения наблюдателя, наиболее полно соответствующего условиям реализации принципа владения ситуацией;

– формировать некоторый порядок в переходах от одного поведенческого состояния наблюдателя к другому.

Оценка среднего времени реализации наблюдателем принципа «владения ситуацией»

Для оценки среднего времени, при котором наблюдатель, осуществляя управление судном, способен реализовывать принцип «владения ситуацией», при этом безошибочно следя за развитием опасной ситуации по оцениваемым результатам разрешения, он должен оценить результаты разрешения ситуации [4]. Оценку среднего времени, в течение которого наблюдатель способен осуществлять безошибочное управление (разрешение) опасной ситуации, в рамках принятой поведенческой модели можно осуществить, используя для этого следующую систему равенств:

$$\Phi_{22}(t) = \int_0^t P(x) R_2(x) dR_1(x);$$

$$\Phi_{23}(t) = \int_0^t (1 - R_2(x)) dF(x),$$

где $\Phi_{22}(t)$ – закон распределения времени, в течение которого переход осуществляется по текущим результатам разрешения ситуации, когда эти результаты наблюдаются ранее, чем происходит их искажение, но после представления предыдущих результатов; $\Phi_{23}(t)$ – закон распределения времени, в течение которого ошибка в используемых результатах разрешения ситуации произойдет до завершения поступления к наблюдателю предыдущей информации о состоянии ситуации.

Если далее учесть эти равенства и использовать преобразования Лапласа – Стильтеса, то можно составить систему уравнений для законов распределения случайных интервалов времени, в течение которых состояние поведения наблюдателя характеризуется параметрами A_0, A_1, A_3 , записав ее так:

$$\begin{cases} \Phi_0(s) = \Phi_{01}(s)\Phi_1(s) + \Phi_{02}(s)\Phi_2(s); \\ \Phi_1(s) = \Phi_{11}(s)\Phi_1(s) + \Phi_{12}(s)\Phi_2(s) + \Phi_{13}(s); \\ \Phi_2(s) = \Phi_{21}(s)\Phi_1(s) + \Phi_{22}(s)\Phi_2(s) + \Phi_{23}(s), \end{cases} \quad (5)$$

где

$$\Phi_i(s) = \int_0^\infty (\exp - st) d\Phi_i(t), \quad (i = 0, 1, 2);$$

$$\Phi_{ij}(s) = \int_0^\infty (\exp - st) d\Phi_{ij}(t), \quad (i, j = 0, 1, 2, 3).$$

Решая систему уравнений (5) относительно $\Phi_0(s)$, после несложных алгебраических преобразований получим

$$\Phi_0(s) = \{ \Phi_{01}(s)[\Phi_{13}(s)(1 - \Phi_{22}(s)) + \Phi_{12}(s)\Phi_{23}(s)] + \Phi_{02}(s)[\Phi_{23}(s)(1 - \Phi_{11}(s)) + \Phi_{13}(s)\Phi_{21}(s)] \} / [(1 - \Phi_{11}(s))(1 - \Phi_{22}(s)) - \Phi_{12}(s)\Phi_{21}(s)].$$

При синхронном поступлении информации о результатах управления ситуацией и реализуемых управлениях можно найти среднее время равновесного поведения наблюдателя T_p в судовой системе кругового обзора:

$$T_p = \int_0^\infty t d\Phi_0(t), \quad (7)$$

или, сравнивая выражение (6) при $i = 0$ с выражением (7), окончательно записать так:

$$T_p = -d\Phi_0(s) / ds \Big|_{s=0}.$$

Таким образом, получено среднее время равновесного поведения наблюдателя T_p , позволяющее ему при несении ходовой вахты и выполнении функций по наблюдению за окружающей средой в системе кругового обзора одновременно эффективно разрешать опасные навигационные или промысловые ситуации в рамках принципа «владения ситуацией».

Заключение

Из статистических данных следует, что действия «человеческого фактора» доминируют во всех аварийных ситуациях, происходящих как с транспортными, так и промысловыми судами. Кроме того, такая статистика свидетельствует, что на судне самым слабым звеном системы управления «человек – судно – среда» является человек. Поэтому «человеческое» звено в условиях эксплуатации судна необходимо укреплять.

Составленная динамическая модель поведения специалиста в судовой системе кругового обзора с топологией, учитывающей тот факт, что судовой специалист при наблюдении и разрешении опасных навигационных или промысловых ситуаций руководствуется знанием технологии несения вахты и имеющимся опытом, позволяет:

- во-первых, оценить вероятность появления тех или иных конкретных форм поведения наблюдателя;
- во-вторых, определить среднее время, при котором он может управлять опасными ситуациями в рамках принципа владения этими ситуациями;
- в-третьих, формировать некоторый порядок в переходах от одного поведенческого состояния наблюдателя к другому.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Гладышевский М. А., Пасечников М. А., Пеньковская К. В.* Организационно-технические структуры, обеспечивающие безопасную эксплуатацию судна / под общ. ред. В. И. Меньшикова. Мурманск: Изд-во МГТУ, 2008. 212 с.
2. *Ермаков С. В.* Анализ системы «судоводитель в ситуации» // Вестн. МГТУ: тр. Мурман. гос. техн. ун-та. 2013. Т. 16, № 4. С. 699–703.
3. *Марковский И. Н., Позняков С. И., Меньшиков В. И.* Функциональная готовность «человеческого элемента» при восприятии навигационной информации от экспертных систем // Рыбное хозяйство. 2013. № 6. С. 93–95.
4. *Карташов С. В., Шутов В. В., Меньшиков В. И.* Реализация принципа владения ситуацией при выполнении промысловых операций // Рыбное хозяйство. 2014. № 2. С. 110–113.
5. *Феллер В.* Введение в теорию вероятностей и ее приложения. М.: Мир, 1976. Т. 2. 435 с.

Статья поступила в редакцию 21.02.2017

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Тагиев Тагу Гарягди оглы – Россия, 183010, Мурманск; Мурманский государственный технический университет; аспирант кафедры судовождения; tagiev-lsvf@mail.ru.

Меньшиков Вячеслав Иванович – Россия, 183010, Мурманск; Мурманский государственный технический университет; г-р техн. наук, профессор; профессор кафедры судовождения; kseniamgtu@rambler.ru.



T. G. Tagiev, V. I. Menshikov

DYNAMICS OF OBSERVER'S BEHAVIOR IN SHIP'S SYSTEM OF CIRCULAR MONITORING

Abstract. The article presents a compiled dynamic model of the observer's behavior in the ship's system of circular observation, within the framework of the probabilistic approach with topology taking into account the fact that the ship's specialist observing and regulating any hazards while navigation and fishing should be guided by knowledge and experience of watch keeping. This model allows firstly, to estimate the probability of certain specific forms of the observer's behavior; secondly, to determine the average time which shows his ability to cope with dangerous situation during navigation or fishing; thirdly, to form a certain order of transition from one behavioral state of observer to another. The proposed model is a cyclic graph in which the random time of observer's behavior can be determined by a given linguistic parameters interpreted into the morphological representation, which are fixed in the form of time distribution laws. Within the framework of composed dynamic model of observer's behavior there has been found the average time of his equilibrium behavior during which he can keep the watch, perform all-sky environmental observations and control – at the given purpose and fixed management culture - dangerous navigational situations under the principle of "situational awareness". The put forward alternative hypotheses taken as linguistic parameters that define dynamics of observer's behavior, are appropriate within the practical activities in the ship's all-sky survey system. This allows estimating the average time spent in a state of equilibrium behavior, which fully corresponds to the principle of situational awareness, and defining a certain order of transitions from one behavioral state to another.

Key words: all-sky survey system, observer, equilibrium and not equilibrium behavior, principle of situational awareness.

REFERENCES

1. Gladyshevskiy M. A., Pasechnikov M. A., Penkovskaya K. V. *Organizatsionno-tekhnicheskie struktury, obespechivayuschie bezopasnyu ekspluatatsiyu sudna* [Technical and organizational structures to ensure the safe operation of the ship]. Pod obshechi redaktsiei V. I. Menshikova. Murmansk: Izd-vo MGTU, 2008. 212 p.
2. Ermakov S. V. Analiz sistemyi «sudovoditel v situatsii» [Analysis of the system "navigator in the situation"]. *Vestnik MGTU: trudyi Murmanskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta*, 2013, vol. 16, no. 4, pp. 699-703.
3. Markovskiy I. N., Poznyakov S. I., Menshikov V. I. Funktsionalnaya gotovnost «chelovecheskogo elementa» pri vospriyatii navigatsionnoy informatsii ot ekspertnyih system [Functional readiness of the "human element" in the perception of the navigation information from the expert systems]. *Ryibnoe hozyaystvo*, 2013, no. 6, pp. 93-95.
4. Kartashov S. V., Shutov V. V., Menshikov V.I. Realizatsiia printsipa vladenii situatsiei pri vypolnenii promyslovykh operatsii [Actualization of the principle of situational awareness in commercial fishing operations]. *Ryibnoe hoziatstvo*, 2014, no. 2, pp. 110-113.
5. Feller V. *Vvedenie v teoriyu veroyatnostey i ee prilozheniya* [Introduction to probability theory and its application]. Moscow, Mir Publ., 1976. Vol. 2. 435 p.

The article submitted to the editors 21.02.2017

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Tagiev Tagi Garyagdi ogly – Russia, 183010, Murmansk; Murmansk State Technical University; Postgraduate Student of the Department of Navigation; tagiev-lsvf@mail.ru.

Menshikov Vyacheslav Ivanovich – Russia, 183010, Murmansk; Murmansk State Technical University; Doctor of Technical Sciences, Professor; Professor of the Department of Navigation; kseniamgtu@rambler.ru.

