

ЭКСПЕРТНЫЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ ОБ ОСНОВНЫХ СИТУАЦИОННЫХ МОДЕЛЯХ КОЛЛЕКТИВНОГО ДВИЖЕНИЯ СУДОВ

В. М. Дорожко, А. Н. Лебедева

Дан анализ системы экспертных представлений о коллективном движении судов на основе технологии его разделения на базисные информационные конструкции, обладающие общностью и репрезентативностью характеристик. На примере движения двух, трех судов и караванов судопотока выполнен ситуационный анализ проблемы информационного обеспечения безопасности судоходства.

ВВЕДЕНИЕ

В современных условиях морской транспорт является наиболее экономически эффективным по сравнению с другими видами транспорта. Например, для большинства стран Азиатско-тихоокеанского региона (АТР) — это единственное полноценное средство обеспечения грузооборота. В экономической зоне АТР сосредоточено свыше 20-ти крупнейших портов мира, обеспечение эффективной деятельности которых выдвигает ряд актуальных задач безопасности морского трафика. Огромные потоки судов создают на акваториях морских портов сложную динамическую картину пересекающихся судопотоков. Современные порты оборудованы системами управления движением судов (СУДС) [1, 2], которые совместно с судовыми автоматизированными системами сбора и обработки информации о навигационной обстановке являются основными элементами системы обеспечения безопасности судоходства. Бурный рост интенсивности судопотоков и соответственное возрастание нагрузки на операторов СУДС постоянно находятся в непреодолимом противоречии при решении задач безопасности судоходства на существующей информационно-технологической базе. Управление безопасностью морского трафика требует новых концепций создания СУДС, основанных на современных технологиях, в частности, на применении экспертных систем [3].

Создание экспертной системы в составе СУДС — сложный и многоплановый процесс, который неизбежно начинается с экспертного осмысления проблемы модельного представления о коллектив-

ном движении судов. Сложность предметной области подчеркивается как динамичностью и насыщенностью судопотоков, так и высокой степенью изменчивости качественного состава и числа участников движения.

В настоящей статье анализируется система экспертных представлений о коллективном движении судов на основе технологии разделения коллективного движения судов на базисные информационные конструкции, обладающие общностью и репрезентативностью характеристик.

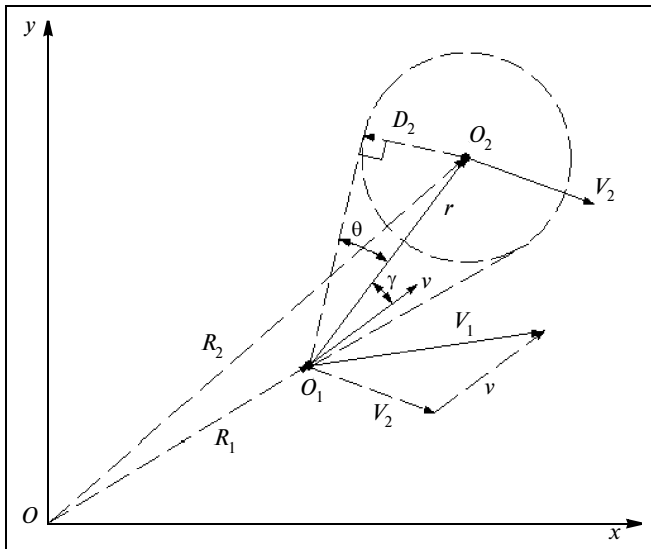
1. СОВМЕСТНОЕ ДВИЖЕНИЕ ДВУХ СУДОВ

Пусть в системе координат $хоу$ движутся два судна (рис. 1) так, что центры приложения сил их движителей находятся в точках o_1 (первое судно) и o_2 (второе судно). Измеренные координаты судов описываются уравнениями $z_x^{(i)} = x^{(i)} + \xi_x$, $z_y^{(i)} = y^{(i)} + \xi_y$, где $z_x^{(i)}$ и $z_y^{(i)}$ — измеренные координаты судна по осям $ох$ и $оу$; ξ_x и ξ_y — случайные ошибки измерений, $i = 1, 2$ — порядковый номер судна в паре.

По измеренным значениям координат можно получить оценку вектора состояния коллективного движения двух судов [4]:

$$\hat{s} = (R_1, R_2, V_1, V_2, r, v, \theta, \gamma, \theta', \gamma'),$$

где R_1, R_2 и V_1, V_2 — положение и скорость 1-го и 2-го судов, соответственно; r и v — относительные расстояние и скорость между судами; θ и θ' — угол и его производная видимости радиуса D_2 зоны безопасности (домена) из точки o_1 ; γ и γ' — угол и его


Рис. 1. Диаграмма ситуационных моделей движения двух судов

производная отклонения вектора относительной скорости v от вектора расстояния r между судами.

Между собой углы θ , γ , их производные θ' , γ' и векторы r , v связаны выражениями

$$\theta = \arcsin \frac{D_2}{|r|}, \quad \gamma = \arccos \frac{r^T v}{|r||v|}$$

$$\theta' = -\frac{|v|}{|r|} \operatorname{tg} \theta \cos \gamma, \quad \gamma' = -\frac{|v|}{|r|} \sin \gamma + \frac{r^T v'}{|r||v|} + \frac{v^T v'}{|v|^2} \operatorname{ctg} \gamma,$$

где $r = R_2(t) - R_1(t)$, $v = V_1(t) - V_2(t)$, $r' = -v$.

Множество кинематических ситуаций совместного движения двух судов образуется сочетанием четырех величин θ , θ' , γ и γ' .

Рассмотрим первую группу ситуаций (1.1–1.8), характеризующуюся наивысшей степенью опасности (табл. 1, рис. 1 и 2), когда вектор относительной скорости v в начальный момент времени направлен на домен судна o_2 (здесь и далее обозначение судна будет отождествляться с обозначением точки приложения сил движителя). Домен представляет собой охранную зону вокруг судна, проникновение в которую других объектов недопустимо, так как оно может привести к столкновению.

Ситуации 1.1 и 1.2: $\theta > \gamma$, $\theta' > 0$, $\gamma' < 0$, $\gamma < \pi$.

Динамика изменения относительного расстояния и относительной скорости характеризуется сближением и коллинеаризацией векторов r и v . При $|\gamma'|/|\theta'| < 1$ сближение происходит быстрее коллинеаризации, при $|\gamma'|/|\theta'| > 1$ коллинеаризация происходит быстрее сближения.

Ситуации 1.3 и 1.4: $\theta > \gamma$, $\theta' > 0$, $\gamma' > 0$, $\gamma < \pi$.

Динамика изменения расстояния r и скорости v характеризуется сближением и тенденцией к уклонению. При $|\gamma'|/|\theta'| < 1$ сближение происходит быстрее уклонения, при $|\gamma'|/|\theta'| > 1$ уклонение происходит быстрее сближения. Для безопасного уклонения необходимо выполнить условие $\varepsilon = \tau/T < 1$, где $\tau = (\theta - \gamma)/(\theta' - \gamma')$ — время выхода направления относительной скорости v из домена судна o_2 ; $T = (|r| - D_2)/(r^T v/|r|)$ — время до касания судном o_1 домена судна o_2 .

Таблица 1

Ситуационные модели первой группы

Номер ситуации	Динамика относительного положения		Динамика относительной скорости		Маневрирование		Оценка ситуации при $ r \rightarrow D_1 + D_2$	
	сближение: $\theta' > 0$	удаление: $\theta' < 0$	коллинеаризация векторов r и v : $\gamma' < 0$	уклонение: $\gamma' > 0$	благодаря изменению дистанции: $ \gamma' / \theta' < 1$	благодаря изменению курсов: $ \gamma' / \theta' > 1$	уровень опасности	рекомендуемые способы расхождения
$\theta > \gamma$, $\gamma < \pi$. Вектор относительной скорости направлен на домен судна o_2								
1.1	+	–	+	–	+	–	аварийный	реверс скорости
1.2	+	–	+	–	+	+	то же	то же
1.3	+	–	–	+	+	–	– " –	циркуляция
1.4	+	–	–	+	+	+	– " –	то же
$\theta > (\gamma - \pi)$, $\gamma > \pi$. Вектор относительной скорости направлен в противоположную сторону от домена судна o_2								
1.5	–	+	+	–	+	–	безопасный	удаление $\theta' < 0$
1.6	–	+	+	–	–	+	то же	то же
1.7	–	+	–	+	+	–	– " –	– " –
1.8	–	+	–	+	–	+	– " –	– " –

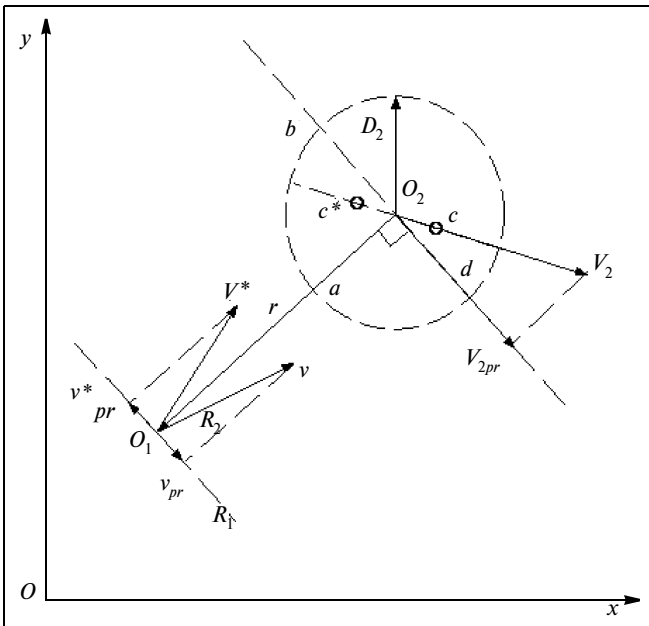


Рис. 2. Диаграмма моделирования классификационных признаков столкновения двух судов (вектор относительной скорости лежит на прямой, проходящей через домен встречного судна)

Для ситуаций 1.1—1.4 столкновение неизбежно, если $|r| < D_1 + D_2$; для $|r| > D_1 + D_2$ возможно вторжение судна o_1 в домен судна o_2 . При этом если проекции V_{2pr} и v_{pr} на перпендикуляр к вектору r имеют одинаковый знак и $|r| < D_1 + D_2$, то столкновение в ситуациях 1.1—1.4 произойдет одноименными частями корпусов судов («нос—нос» — в секторе дуги ad), в противном случае (проекции имеют разные знаки) — разноименными частями («нос—корма» — в секторе дуги ab) (см. рис. 2).

Для ситуаций 1.1 и 1.2 при $|\gamma'|/|\theta'| < 1$ имеет место тенденция к касательному столкновению, при $|\gamma'|/|\theta'| > 1$ — тенденция к центральному столкновению, а для ситуаций 1.3 и 1.4 при $|\gamma'|/|\theta'| < 1$ — тенденция к центральному столкновению, при $|\gamma'|/|\theta'| > 1$ — тенденция к касательному столкновению.

Центральное столкновение — смещение точки столкновения к точке o_2 (середина борта), касательное — смещение точки столкновения к точке $c(c^*)$ — нос (корма), соответственно.

Ситуации 1.5 и 1.6: $\theta > \gamma - \pi$, $\theta' < 0$, $\gamma' < 0$, $\gamma > \pi$.

Динамика изменения относительного расстояния и относительной скорости характеризуется удалением судов и коллинеаризацией векторов v и r . При $|\gamma'|/|\theta'| < 1$ удаление происходит быстрее коллинеаризации, при $|\gamma'|/|\theta'| > 1$ коллинеаризация происходит быстрее удаления.

Ситуации 1.7 и 1.8: $\theta > \gamma - \pi$, $\theta' < 0$, $\gamma' > 0$, $\gamma > \pi$.

Динамика изменения расстояния r и скорости v характеризуется удалением и уклонением судов от

коллинеаризации движения. При $|\gamma'|/|\theta'| < 1$ удаление происходит быстрее уклонения, при $|\gamma'|/|\theta'| > 1$ уклонение происходит быстрее удаления.

В ситуациях (1.5—1.8) столкновение судов исключено. Расхождение происходит при увеличении (ситуации 1.5 и 1.6) или уменьшении (ситуации 1.7 и 1.8) коллинеарности векторов скорости v и расстояния r . Ситуации 1.5, 1.6 и 1.7, 1.8 могут рассматриваться как фазы расхождения реверсом скорости в ситуациях 1.1, 1.2 и 1.3, 1.4, соответственно.

Рассмотрим вторую группу (2.1—2.8) менее опасных ситуаций (табл. 2, рис. 1 и 3), когда в начальный момент времени вектор относительной скорости v не направлен на домен судна.

Ситуации 2.1 и 2.2: $\theta < \gamma$, $\theta' > 0$, $\gamma' < 0$, $\gamma < \pi$.

Динамика изменения относительного расстояния и относительной скорости характеризуется сближением и коллинеаризацией векторов r и v . При $|\gamma'|/|\theta'| < 1$ сближение происходит быстрее коллинеаризации, при $|\gamma'|/|\theta'| > 1$ коллинеаризация происходит быстрее сближения.

Ситуации 2.3 и 2.4: $\theta < \gamma$, $\theta' > 0$, $\gamma' > 0$, $\gamma < \pi$.

Динамика изменения расстояния r и скорости v характеризуется сближением и уклонением судов. При $|\gamma'|/|\theta'| < 1$ сближение происходит быстрее уклонения, при $|\gamma'|/|\theta'| > 1$ уклонение происходит быстрее сближения.

В ситуациях 2.1—2.4 при $|r| < D_1 + D_2$ возможно опасное сближение судов, при $|r| \rightarrow D_1 + D_2$ возможно касание доменов судов. Если проекции V_{2pr}

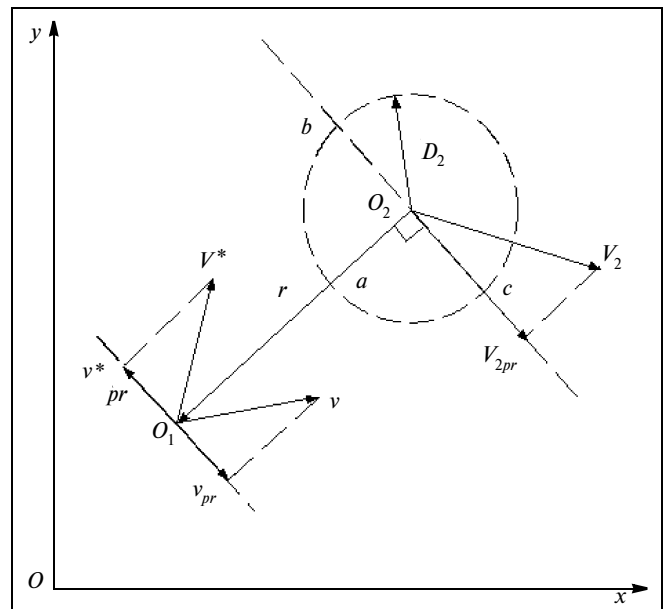


Рис. 3. Диаграмма моделирования классификационных признаков столкновения двух судов (вектор относительной скорости лежит на прямой, не проходящей через домен встречного судна)

и v_{pr} на перпендикуляр к вектору r имеют одинаковый знак (см. рис. 3), то касание доменов в ситуациях 2.1—2.4 может произойти одноименными частями корпусов судов («нос—нос» — в секторе дуги ac), в противном случае (проекции имеют разные знаки) — касание доменов может произойти разноименными частями («нос — корма» — в секторе дуги ab). Для ситуаций 2.1 и 2.2 при $|\gamma'|/|\theta'| < 1$ имеет место тенденция к касательному касанию домена, при $|\gamma'|/|\theta'| > 1$ — тенденция к центральному касанию домена. Для ситуаций 2.3 и 2.4, если $|\gamma'|/|\theta'| < 1$ или $|\gamma'|/|\theta'| > 1$, то имеет место тенденция к касательному касанию домена. Центральное касание — смещение вектора относительной скорости v к точке a , касательное — к точке $b(c)$.

Ситуации 2.5 и 2.6: $\theta < \gamma - \pi$, $\theta' < 0$, $\gamma' < 0$, $\gamma > \pi$.

Динамика изменения относительного расстояния и относительной скорости характеризуется удалением судов и коллинеаризацией векторов v и r . При $|\gamma'|/|\theta'| < 1$ удаление происходит быстрее коллинеаризации, при $|\gamma'|/|\theta'| > 1$ коллинеаризация происходит быстрее удаления.

Ситуации 2.7 и 2.8: $\theta < \gamma - \pi$, $\theta' < 0$, $\gamma' > 0$, $\gamma > \pi$.

Динамика изменения расстояния r и скорости v характеризуется удалением и уклонением судов от коллинеаризации векторов v и r . При $|\gamma'|/|\theta'| < 1$ удаление происходит быстрее уклонения, при $|\gamma'|/|\theta'| > 1$ уклонение происходит быстрее удаления.

В ситуациях 2.5—2.8 столкновение судов исключено. Движение характеризуется расхождением судов, которое происходит при увеличении (си-

туации 2.5 и 2.6) или уменьшении (situации 2.7 и 2.8) коллинеарности векторов скорости v и расстояния r . Ситуации 2.5, 2.6 и 2.7, 2.8 могут рассматриваться как фазы расхождения реверсом скорости в ситуациях 2.1, 2.2 и 2.3, 2.4, соответственно.

Оценим размеры домена. Различают два типа доменов: статические (размеры доменов неизменны) и динамические (размеры доменов зависят от кинематической ситуации) [4]. Рассмотрим технологию определения домена динамического типа. Воспользуемся аксиомой: если маневрирование судов ведет к опасному сближению, то выбранный радиус D домена должен позволить судну с учетом реакции и динамических качеств его движителя уклониться от столкновения путем маневра курсом и (или) скоростью.

Для оценки размера домена рассмотрим аварийную ситуацию (рис. 4), когда суда идут навстречу друг другу, т. е. векторы r , v и V_1 , V_2 коллинеарны.

Сначала рассмотрим реверс скорости (включение заднего хода каждым судном при максимальной мощности их движителей) как один из способов маневрирования в аварийных ситуациях. В этом случае длину выбега судна L_i [5] (где $i = 1, 2$ — номер судна) до полной остановки при реверсе скорости можно принять за определение радиуса домена D_i .

Другим способом маневрирования в аварийной ситуации является циркуляция — изменение курса судна с максимальной угловой скоростью. При расхождении судна o_1 циркуляцией (рис. 4 иллю-

Таблица 2

Ситуационные модели второй группы

Номер ситуации	Динамика относительного положения		Динамика относительной скорости		Маневрирование		Оценка ситуации при $ r \rightarrow D_1 + D_2$	
	сближение: $\theta' > 0$	удаление: $\theta' < 0$	коллинеаризация векторов r и v : $\gamma' < 0$	уклонение: $\gamma' > 0$	благодаря изменению дистанции: $ \gamma' / \theta' < 1$	благодаря изменению скоростей: $ \gamma' / \theta' > 1$	уровень опасности	рекомендуемые способы расхождения
$\theta < \gamma$, $\gamma < \pi$. Вектор относительной скорости направлен на домен судна o_2								
2.1	+	—	+	—	+	—	очень опасный	реверс скорости
2.2	+	—	+	—	—	+	то же	то же
2.3	+	—	—	+	+	—	опасный	циркуляция
2.4	+	—	—	+	—	+	то же	то же
$\theta < (\gamma - \pi)$, $\gamma > \pi$. Вектор относительной скорости направлен в противоположную сторону от домена судна o_2								
2.5	—	+	+	—	+	—	безопасный	удаление $\theta' < 0$
2.6	—	+	+	—	—	+	то же	то же
2.7	—	+	—	+	+	—	— " —	— " —
2.8	—	+	—	+	—	+	— " —	— " —

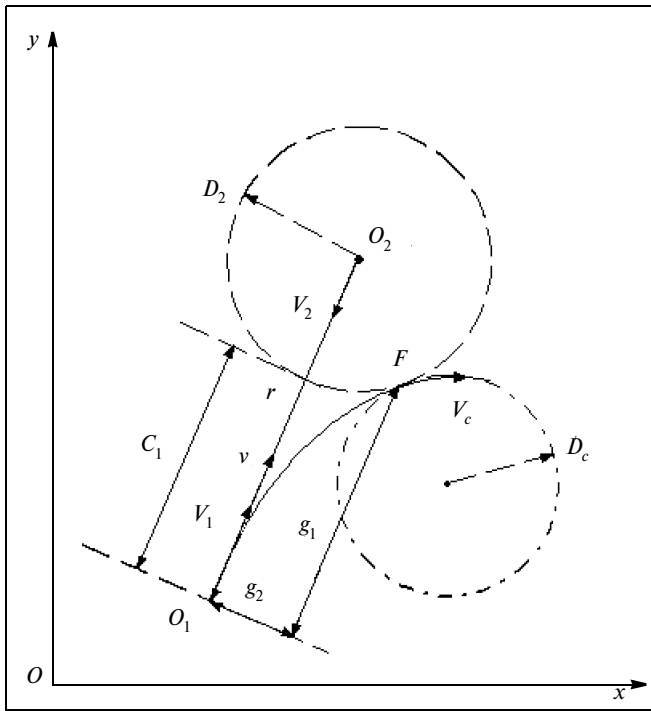


Рис. 4. Диаграмма расхождения судов циркуляцией

стрирует положение судов в конечный момент расхождения циркуляцией) за радиус домена примем расстояние $D_1 = \Delta r + C_1$, при котором исключается вторжение циркулирующего судна в зону безопасности судна-помехи o_2 , где Δr — расстояние, которое проходит судно o_2 за время циркуляции судна o_1 ; $C_1 = f(g_1, g_2)$ — минимально допустимое расстояние от судна o_1 до границы домена судна o_2 ; $g_1 = k_{c1}D_c$, $g_2 = k_{c2}D_c$. Коэффициенты k_{c1} и k_{c2} лежат в пределах 0,6...1,2 и 0,5...0,6, соответственно [6]. Конкретные значения коэффициентов k_{c1} , k_{c2} и радиуса циркуляции D_c выбираются из формуляра маневренных характеристик судна для максимального значения скорости V_c судна на циркуляции.

Ранее отмечалось, что суда отождествляются с точкой приложения сил движителей. С учетом реальных размеров судов, оценку которых можно получить одновременно с наблюдениями за положением судов, радиус домена i -го судна составит $D_i^* = D_i + L_{ki}/2$, где L_{ki} — длина судна.

Таким образом, минимально допустимое безопасное расстояние между двумя сближающимися судами зависит от скоростей судов, их размеров, динамических характеристик движителей, выбранного способа расхождения и составляет

$$r_{\min} = D_1^* + D_2^*.$$

2. КОЛЛЕКТИВНОЕ ДВИЖЕНИЕ НЕСКОЛЬКИХ СУДОВ

Учитывая изложенные выше оценки ситуаций, рассмотрим случай коллективного движения сначала на примере расхождения трех судов с координатами приложения сил движителей в точках o_p , o_j и o_k (рис. 5), а затем распространим полученные выводы на случай совместного плавания n судов.

Определим угловой сектор, в пределах которого недопустим выбор курсов движения i -го судна, если известны положения и скорости j -го и k -го судов.

Сначала рассмотрим решение задачи расхождения i -го и j -го судов для наиболее опасного случая, когда предполагается возможность движения i -го судна с максимальной скоростью $V_{i\max}$. Тогда, смещая параллельно вектор скорости V_j (векторы 3 и 4) вплоть до касания одним его концом окружности $V_{i\max}$, а другим — касательных H_1 и H_2 к домену с радиусом D_j , получим два вектора относительных скоростей v_{ij} (5 и 6), лежащих на касательных H_1 и H_2 и соответствующих скоростям i -го судна V_i (7 и 8). Отсюда следует, что при максимальной скорости движения недопустим выбор курсов i -го судна в секторе между векторами 7 и 8. Вполне реальна ситуация, когда скорость v_{ij} уменьшается, рассмотрим предельный случай $v_{ij} \rightarrow 0$. Это может произойти, когда $V_j \rightarrow V_{i\max}$, а векторы V_i (7 и 8) поворачиваются от своего первоначального положения и стремятся к положению вектора 9. Таким образом, множество недопустимых курсов i -го судна расширяется на угол, образуемый вектора-

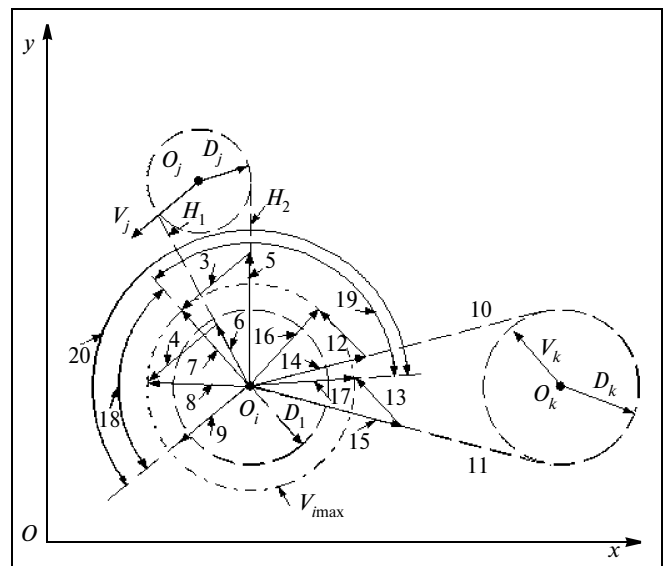


Рис. 5. Диаграмма ситуационных моделей движения трех судов

ми 8 и 9. В целом недопустимые курсы i -го судна лежат в секторе 18.

Рассматривая аналогично расхождение i -го и k -го судов, отметим, что вектор скорости V_k , будучи смещенным параллельно (векторы 12 и 13), определяет (для максимальной скорости V_{imax} i -го судна) векторы относительных скоростей v_{ik} (14 и 15), соответствующие случаям касания i -м судном домена судна o_k слева (касательная 10) и справа (касательная 11). Отсюда следует, что при максимальной скорости движения V_{imax} недопустим выбор курсов i -го судна в секторе между векторами 16 и 17. При выборе меньшей скорости v_{ik} (вплоть до близкой к нулю) векторы 16 и 17 поворачиваются от своего первоначального положения и стремятся по направлению к вектору V_k (в данном случае его направление совпадает с вектором 7).

Таким образом, множество недопустимых курсов i -го судна при его расхождении с k -м судном расширяется и заключается в секторе 19 между векторами 7 и 17.

Логически объединяя запрещенные сектора, получим, что при движении трех судов выбор курсов i -м судном в пределах сектора 20 недопустим.

Запишем полученные выводы в аналитической форме на примере расхождения i -го и j -го судов. Векторы относительной скорости между i -м и j -м судами определим из выражения

$$v_{ij}^{(q)} = V_{imax}^{(q)} - V_j, \quad q = 1, 2, \quad (1)$$

где $q = 1$ соответствует случаю, когда $v_{ij}^{(1)} \parallel H_1$; $q = 2$, если $v_{ij}^{(2)} \parallel H_2$.

Определив из выражения (1) векторы $V_{imax}^{(q)}$, запишем выражение для множества запрещенных курсов i -го судна при его расхождении с j -м судном:

$$\beta_{ij} = \max(\beta_{ij}^{(1)}, \beta_{ij}^{(2)}),$$

где $\beta_{ij}^{(q)} = \text{angle}(V_j, V_{imax}^{(q)})$ — множество запрещенных курсов i -го судна в секторе, образованном вектором V_j и вектором $V_{imax}^{(q)}$.

Полученные результаты могут быть легко распространены на случай коллективного движения n судов. Сектор множества углов, в пределах которого запрещен выбор курсов i -го судна, определится в результате объединения множества углов β_{ij} :

$$\beta_i = \bigcup_{j=1}^n \beta_{ij}, \quad i \neq j.$$

3. КОЛЛЕКТИВНОЕ ДВИЖЕНИЕ В СУДОПОТОКЕ

Пересекающийся сужающийся судопоток является классическим случаем неупорядоченного движения судов при их подходе с различных морских трасс к портовым фарватерам. Рассмотрим караван судов (элемент судопотока) как базисную информационную конструкцию совместного плавания множества судов на примере пересечения двух судопотоков A и B (рис. 6), условно разделенных на караваны A_1 — A_3 и B_1 — B_3 , соответственно. Каждый караван характеризуется преимущественно последовательным движением судов. Стрелками условно обозначены векторы скоростей судов на некоторый момент времени. Оговоримся, что на рис. 6 представлена ситуация для гипотетического случая, когда со стороны СУДС отсутствует управление судопотоками.

Обозначим через α значение угла между осью ox и вектором среднего направления движения в судопотоке. Очевидно, что $\alpha(B_3) < \dots < \alpha(B_1) < \alpha(A_3) < \dots < \alpha(A_1)$, т. е. суда в караване A_2 , как имеющие судно-помеху справа, должны уступать дорогу судам в караване A_1 [7]. В свою очередь суда в караване A_3 должны уступать дорогу судам в караванах A_1 , A_2 и т. д. В связи с этим возникает коллизия: с одной стороны, ранее полученные ситуационные оценки безопасности совместного плавания двух, трех или множества судов справедливы также для оценки безопасности судов и в судопотоке, с другой — применить в судопотоке полученные рекомендации по расхождению не представляется возможным, так как свободой маневра для расхождения обладают суда только в караванах A_1 и B_3 . Формально уместные в случае совместного

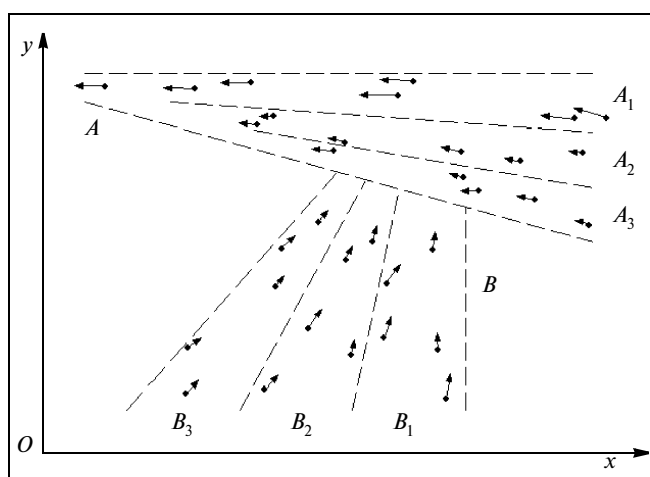


Рис. 6. Диаграмма коллективного движения судов (пересечение двух судопотоков)



движением двух или трех судов индивидуальные управляющие воздействия в рассматриваемом случае могут привести к распространению в судопотоке хаоса и неустойчивого возмущения.

Очевидно, что управление в данном случае должно строиться применительно к составным частям судопотока с таким расчетом, чтобы минимизировать не только уровень опасности столкновения, но и экономические потери от дезорганизации движения и простоя судов.

Согласно этому критерию управляющее воздействие СУДС должно привести к заблаговременной деформации потоков A и B путем перестройки и организации движения судов с таким расчетом, чтобы параллельное движение караванов в судопотоках было преобразовано в последовательное.

Для реализации подобной технологии область акватории, контролируемая СУДС, должна охватывать зоны на удалениях до $L = \sum_i l_i$, где l_i — длина i -го каравана.

Подобное преобразование обеспечивает непрерывное и последовательное движение судов в порядке очередности сначала в караванах A_1 , A_2 и A_3 , а затем — последовательное движение судов в порядке очередности в караванах B_1 , B_2 и B_3 .

Таким образом, выделение в судопотоке каравана как базисной информационной конструкции коллективного движения позволяет рассматривать его в качестве объекта управления судопотоками.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В настоящей статье рассмотрена парадигма движения двух, трех и множества судов, а также элементов реструктуризации пересекающихся судопотоков как основных информационных базисных конструкций коллективного движения судов. Сформулировано определение домена как пространства вокруг судна, размеры которого позволяют благодаря экстренному маневру избежать

столкновения с помехой. Показано, что многообразие всех ситуаций для парного плавания исчерпывается анализом положений и векторных соотношений скоростей судов. На модели совместного плавания трех судов проиллюстрирована ситуация, когда единственным маневром для судна, имеющим судно-помеху справа, является пересечение курса помехи по ее корме. Полученные результаты распространены на случай расхождения множества судов. Для обеспечения безопасности коллективного плавания судов в судопотоке предложена схема преобразования параллельного движения судов в последовательное движение караванов.

Авторы выражают благодарность за постановку задачи и обсуждение результатов заведующему лабораторией управления и навигации ИАПУ ДВО РАН д-ру техн. наук А.С. Девятисильному.

ЛИТЕРАТУРА

1. Баскин А. С., Москвин Г. И. Береговые системы управления движением судов. — М.: Транспорт, 1986. — 159 с.
2. Погосов С. Г. Безопасность плавания в портовых водах. — М.: Транспорт, 1977. — 136 с.
3. Построение экспертных систем / Под ред. Ф. Хейеса-Рота, Д. Уотермана, Д. Лената. — М.: Мир, 1987. — 441 с.
4. Система экспертных оценок состояния безопасности на морских акваториях / А. С. Девятисильный, В. М. Дорожко, В. М. Гриняк и др. // Информационные технологии. — 2004. — № 11. — С. 48—53.
5. Справочник по теории корабля. Т. 1. Гидромеханика. Сопротивление движению судов. Судовые двигатели / Под ред. Я. И. Войткунского. — Л.: Судостроение, 1985. — 768 с.
6. Справочник по теории корабля. Т. 3. Управляемость водозмещающих судов. Гидродинамика судов с динамическими принципами поддержания / Под ред. Я. И. Войткунского. — Там же, 1985. — 544 с.
7. Международные правила предупреждения столкновения судов в море, 1972 (МППСС-72). — М.: Росконсульт, 2004. — 80 с.

☎ (4232) 31-35-49

e-mail: bendor@iacp.dvo.ru



Новая книга

Информационная безопасность систем организационного управления. Теоретические основы. В 2 т. / Н.А. Кузнецов, В.В. Кульба, Е.А. Микрин и др. [отв. ред. Н.А. Кузнецов, В.В. Кульба]. Ин-т проблем передачи информ. РАН. — М.: Наука, 2006.

Рассмотрены следующие вопросы: информационная безопасность в системах организационного управления на законодательном и организационном уровнях, информационная безопасность и информационное управление, методы защиты информации от несанкционированного доступа, обеспечение достоверности и сохранности информации. Цель книги — обзор, классификация и анализ уже имеющихся в этих областях теоретических разработок, ознакомление специалистов с новыми методами и способами защиты информации на ее различных уровнях, рекомендации в области обеспечения информационной безопасности.

Для научных работников и специалистов по информационной безопасности.