

2. Враховую особливості сучасних розробок засобів негласного отримання інформації, надано повний набір вимог для проектування та створення сучасних автоматизованих пошукових комплексів які відповідають процесу сучасного автоматизованого пошуку цифрових ЗНОІ в повному обсязі. Дані вимоги можуть використовуватися як технічне завдання при проектуванні автоматизованих програмних комплексів пошуку цифрових ЗНОІ.

3. Порівняльний аналіз наведених алгоритмів роботи автоматизованих комплексів, довело обмеженість існуючих комплексів та показав перевагу запропонованого комплексу пошуку та локалізації ЗНОІ у методології виявлення та локалізації сучасних ЗНОІ.

Література:

1. Захист інформації. Технічний захист інформації. Терміни та визначення

(ДСТУ 3396.2-97) .– [Дійсний від 01.01.1998].

– (Державний Стандарт України).

2. А.В.Кривцун Использование новых возможностей комплекса радиомониторинга и цифрового анализа сигналов «Кассандра-М» для обнаружения современных специальных технических средств с передачей информации по радиоканалу [Электронный ресурс] /А.В. Кривцун А.В.Захаров режим доступа: <http://www.inspectorsoft.ru/article.php?id=388> (24.05.2019)

3. Цифровой пеленгатор "Rohde & Schwarz DDF0xE"/Техника для спец служб,бюро научно-

технической информации, основано в 1999 году. [Электронный ресурс] режим доступа:<http://www.bnti.ru/des.asp?itm=4446&tbl=04.01.01.01.01>. (24.05.2019)

4. Ананский Е.В. что такое радиозакладки и как их обнаружить? (часть2)/журнал «служба безопасности» [Электронный ресурс] режим доступ: <http://www.kvirin.com/articles/267/>

5. Лаптев О.А. Грозовський Р.І. Аналіз та тенденції розвитку засобів пошуку цифрових радіозакладок //Сучасні інформаційні технології у сфері безпеки та оборони: науковий журнал, К.: УНО України імені Івана Черняхівського, (2)35,2019, С 35-41.

6. Лаптев О. А., Федоренко Р. М., Берестов Д. С. Удосконалення методики пошуку цифрових радіозакладок в діапазоні Wi-Fi //, Збірник наукових праць Центру воєнно-стратегічних досліджень НУОУ імені Івана Черняхівського, №2(66),2019., С102-107.

7. Лаптев О.А., Половінкін І.М, Мусієнко А.П., Ключовський Д.В. Використання метода Проні для аналізу випадкових сигналів радіомоніторингу //East European Scientific Journal, Poland, № 9 (49), 2019 part 3, P.41-46.

8. Laptiev Oleksandr, Shuklin German, Savchenko Vitalii, Barabash Oleg, Musienko Andrii and Haidur Halyna, The Method of Hidden Transmitters Detection based on the Differential Transformation Model// International Journal of Advanced Trends in Computer Science and Engineering (IJATCSE) Volume 8 No. 6 (November - December 2019) Scopus Indexed - ISSN 2278 – 3091

Volkov A.N.

PhD, associate professor,

National University «Odessa Maritime Academy»

REFLECTION OF VIRTUAL REGION OF TARGET IN THE CASE OF SUPERIORITY OF ITS SPEED ABOVE SPEED OF SHIP

Волков Александр Николаевич

кандидат технических наук, доцент кафедры Судовождение, Национальный университет "Одесская морская академия"

ОТОБРАЖЕНИЕ ВИРТУАЛЬНОЙ ОБЛАСТИ ЦЕЛИ В СЛУЧАЕ ПРЕВОСХОДСТВА ЕЕ СКОРОСТИ НАД СКОРОСТЬЮ СУДНА

Summary. The features of reflection of virtual region of target are considered, when its speed more of speed of ship. Procedure of reflection of virtual region is resulted on an electronic card and it is shown that in the situation of superiority of speed of target above speed of ship a virtual region consists of two regions, a form and location of which depend on mutual position of ship and target, and also parameters of their motion. The examples of reflection of virtual region on an electronic chart for different situations of dangerous rapprochement are resulted.

Анотация. Рассмотрены особенности отображения виртуальной области цели, когда ее скорость больше скорости судна. Приведена процедура отображения виртуальной области на электронной карте и показано, что в ситуации превосходства скорости цели над скоростью судна виртуальная область состоит из двух подобластей, форма и расположение которых зависят от взаимной позиции судна и цели, а также параметров их движения. Приведены примеры отображения виртуальной области на электронной карте для разных ситуаций опасного сближения.

Key words: *safety of navigation, preventing of collision of vessels, virtual region, features of reflection of virtual region.*

Ключевые слова: безопасность судоходства, предупреждение столкновения судов, виртуальная область, особенности отображения виртуальной области.

Постановка проблемы.

Морские суда в процессе эксплуатации регулярно пребывают в стесненных районах, где ширина свободного прохода ограничена навигационными опасностями, или интенсивным судоходством. Плавание в проливах, реках, вблизи побережья и т. д. относится к плаванию в таких районах. Поэтому в стесненных водах требуются особенно высокая точность, четкость, безошибочность, быстрдействие всей системы управления движением судна.

При опасном сближении судов в стесненных водах выбор судном маневра расхождения вместе с опасной целью должен учитывать окружающие суда и навигационные опасности. Решение задачи одновременного учета опасных целей и навигационных опасностей в настоящее время возможно аналитическим путем и достигается громоздкими и малоэффективными способами. Поэтому актуальной является необходимость разработки оперативных и наглядных методов предупреждения столкновений судов при плавании в стесненных водах, основанных на применении современных компьютерных информационных технологий.

Анализ последних достижений и публикаций.

Основные направления многочисленных исследований по проблеме предупреждения столкновений судов кратко характеризуются результатами работ [1-10].

В работе [1] рассмотрены принципы локально-независимого и внешнего управления процессом расхождения опасно сближающихся судов, причем приведен анализ методов их реализации.

В работе [2] рассмотрены взаимодействие судов в ситуации опасного сближения и выбор стратегии расхождения для предупреждения их столкновения, а в работе [3] для описания процесса расхождения используются методы теории оптимальных дискретных процессов.

В работе [4] приведено подробное исследование методов локально-независимого управления и предложен метод формирования гибких стратегий расхождения, а формализация процесса расхождения методом нелинейной интегральной инвариантности предлагается в работе [5].

В работах [6, 7] освещены вопросы учета навигационных опасностей и инерционности судна при выборе стратегии расхождения судна. Процедура выбора оптимального стандартного маневра расхождения пары судов рассмотрена в работе [8], а экстренная стратегия расхождения в ситуации чрезмерного сближении судов предложена в работе [9].

В работе [10] излагается теоретическое обоснование автономной судовой системы уклонения от столкновения. Также рассма-

триваются требования к автономной навигации, учитывающие факторы, которые влияют на процесс уклонения от столкновения. Отмечается, что исследования по автоматизации управления судном могут быть представлены компьютерной технологией, которая использует искусственный интеллект.

Выделение нерешенных ранее частей общей проблемы.

Из-за быстротечности навигационной ситуации в стесненных районах являются востребованными разработки оперативных методов определения безопасного маневра расхождения, так как учет навигационных опасностей при выборе маневра расхождения является сложной процедурой, требующей использования базы данных по навигационным опасностям. Если отображать виртуальные области опасных целей на электронной карте, то проблема учета навигационных опасностей теряет свою актуальность. Однако такой подход требует тщательного исследования особенностей виртуальных областей, которые имеют место в ситуации, когда скорость цели больше скорости оперирующего судна.

Цель статьи.

Целью настоящей статьи является исследование особенностей виртуальных областей в ситуации, когда скорость цели больше скорости оперирующего судна.

Изложение основного материала.

В работе [11] показано, что при $p = \frac{V_0}{V_c} < 1$ отображение множества относительных направлений α в множество истинных направлений β не является однозначным и каждому относительному направлению α , кроме экстремальных, соответствует два значения β_1 и β_2 истинных направлений, причем справедливы соотношения:

$$\beta_1 = \alpha + \arcsin [p^{-1} \sin(K_c - \alpha)],$$

$$\beta_2 = \alpha + \pi - \arcsin [p^{-1} \sin(K_c - \alpha)].$$

Вторым существенным обстоятельством в ситуации $p < 1$ является то, что относительный курс K_{ot} изменяется в пределах от значения K_{otmin} до значения K_{otmax} ($K_{ot} \in [K_{otmax}, K_{otmin}]$), которые определяются выражениями:

$$K_c \arcsin(K_{otmin}),$$

$$K_c \arcsin(K_{otmax}).$$

Поэтому множество относительных направлений α ограничивается множеством возможных относительных курсов $M_\alpha^{(K_{ot})} = [K_{otmax}, K_{otmin}]$.

В дальнейшем рассмотрим виртуальные области, которые состоят из двух подобластей. С этой целью была разработана компьютерная имитационная программа, позволяющая формировать перечисленные безопасные области в пространстве относительного движения и отображать их в виртуальные области пространства истинного движения.

С учетом того, что при скоростях судна меньших скорости цели, т.е. в случае $\rho < 1$, безопасная область судна отображается двумя виртуальными областями для встречных и

попутных курсов, поэтому каждой безопасной области соответствует виртуальная область встречных курсов и виртуальная область попутных курсов.

На рис. 1 показана ситуация реализации множества относительных направлений $M_{\alpha 1}^n$, когда безопасная область $D_b^{(Rd)}$ полностью отображается виртуальными областями $S_{vr}^{(Rd)}$ и $S_{vr1}^{(Rd)}$. Причем сектор опасных относительных направлений находится в секторе относительных курсов.

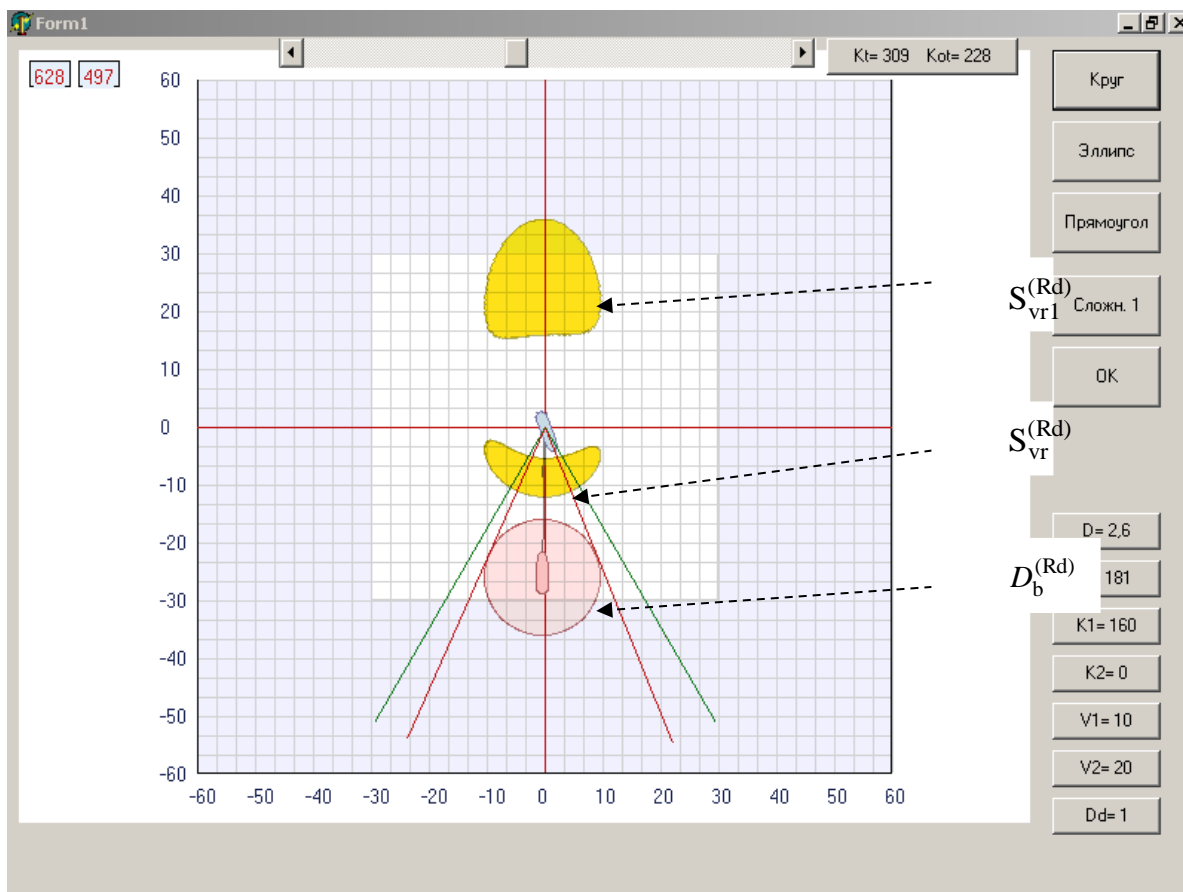


Рис. 1. Ситуация полного отображения виртуальных областей

Ситуация ограниченной сверху безопасной области $D_b^{(Rd)*}$ показана на рис. 2, когда реализуется множество относительных направлений $M_{\alpha 2}^n$. В этом случае безопасная область $D_b^{(Rd)*}$ отображается в пространство истинного движения виртуальными областями $S_{vr}^{(Rd)}$ и $S_{vr1}^{(Rd)}$, которые

имеют общую границу и сливаются, образуя одну область.

Общая граница между виртуальными областями является отображением в пространство истинного движения минимального относительного курса K_{otmin} .

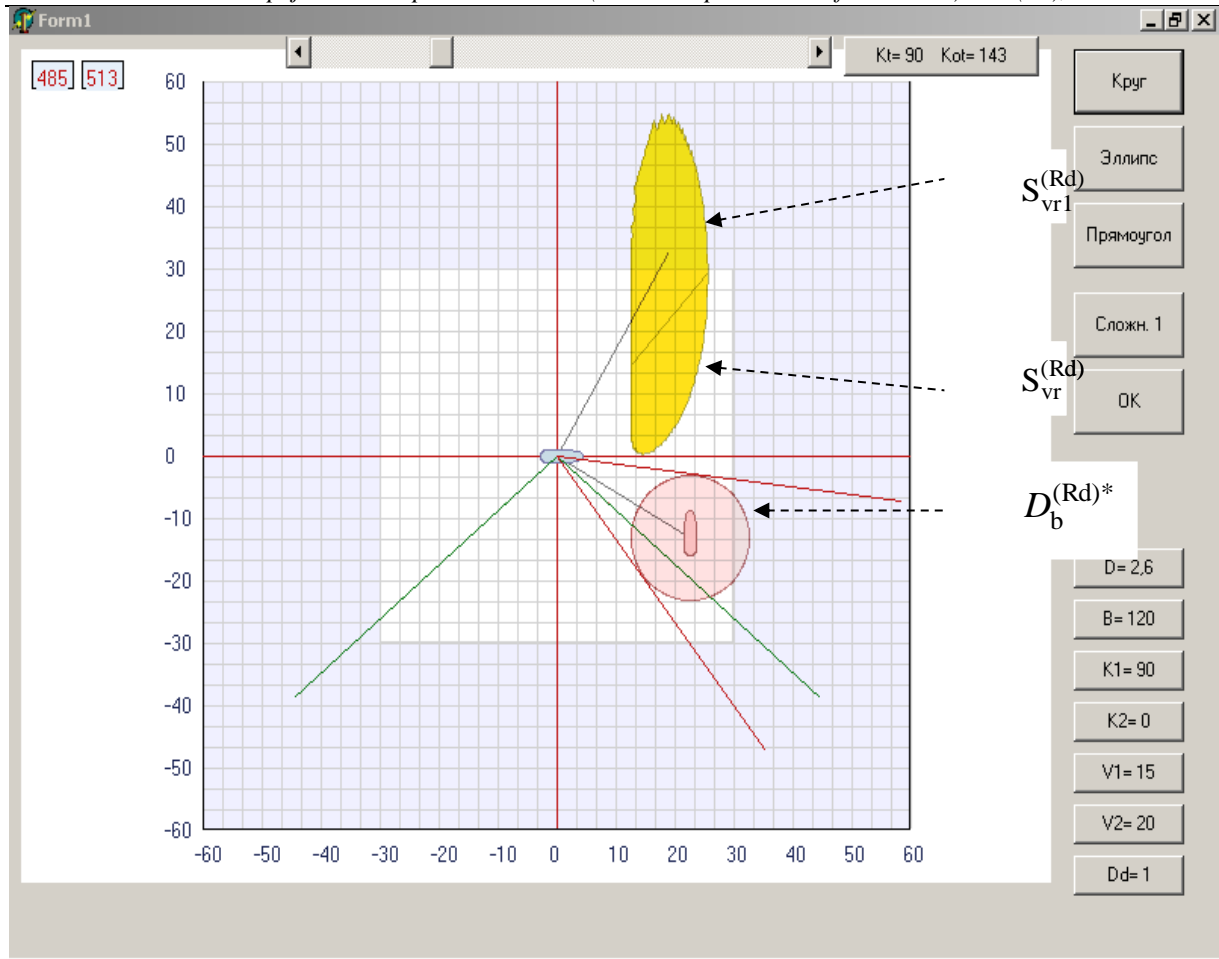


Рис. 2. Ситуация отображения ограниченной области $D_b^{(Rd)*}$ сливающимися виртуальными областями

На рис. 3 показана ситуация реализации множества относительных направлений $M_{\alpha 3}^0$, при которой возникает ограниченная снизу безопасная область $D_b^{(Rd)*}$, отображающаяся в пространство истинного движения двумя виртуальными областями $S_{vr}^{(Rd)}$ и $S_{vr1}^{(Rd)}$.

Как и в предыдущем случае, виртуальные области имеют общую границу и сливаются в одну виртуальную область. Следует отметить, что граница между виртуальными областями соответствует отображению в пространство истинного движения максимального относительного курса K_{otmax} .

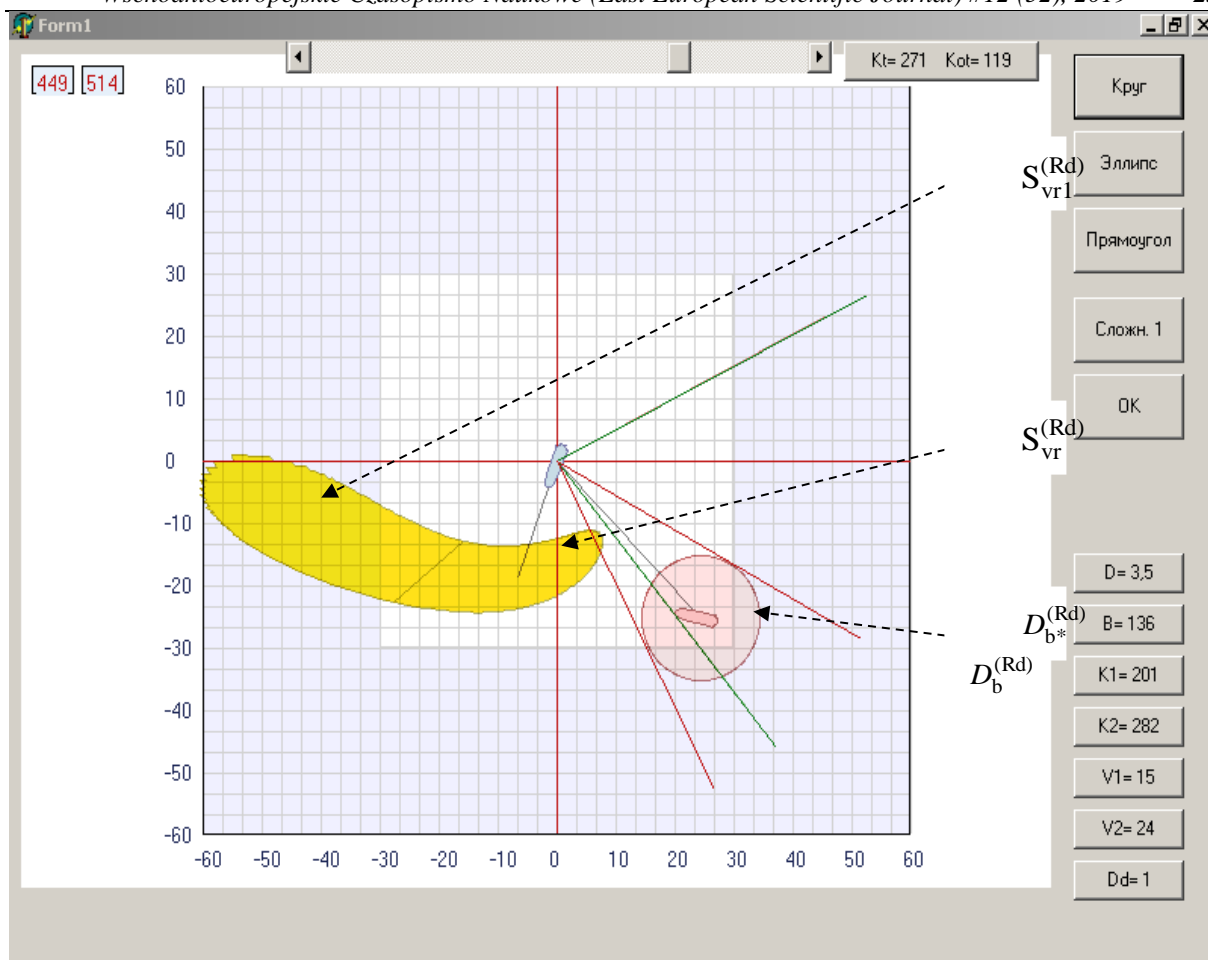


Рис. 3. Ситуация отображения ограниченной области $D_{b^*}^{(Rd)}$ сливающимися виртуальными областями при дистанции 3,5 мили

В данной ситуации форма сливающейся виртуальной области зависит от величины дистанции между судном и целью. Так, на рис. 3 сливающаяся виртуальная область показана для дистанции 3,5 мили, а сектор безопасных курсов судна заключен от курса 272° до 140° . С уменьшением дистанции между судном и целью до

2,5 мили при таких же остальных параметрах ситуации сближения сливающаяся виртуальная область приобретает замыкающуюся относительно судна форму, как показано на рис. 4. При этом сектор безопасных курсов судна сокращается от курса 340° до курса 38° .

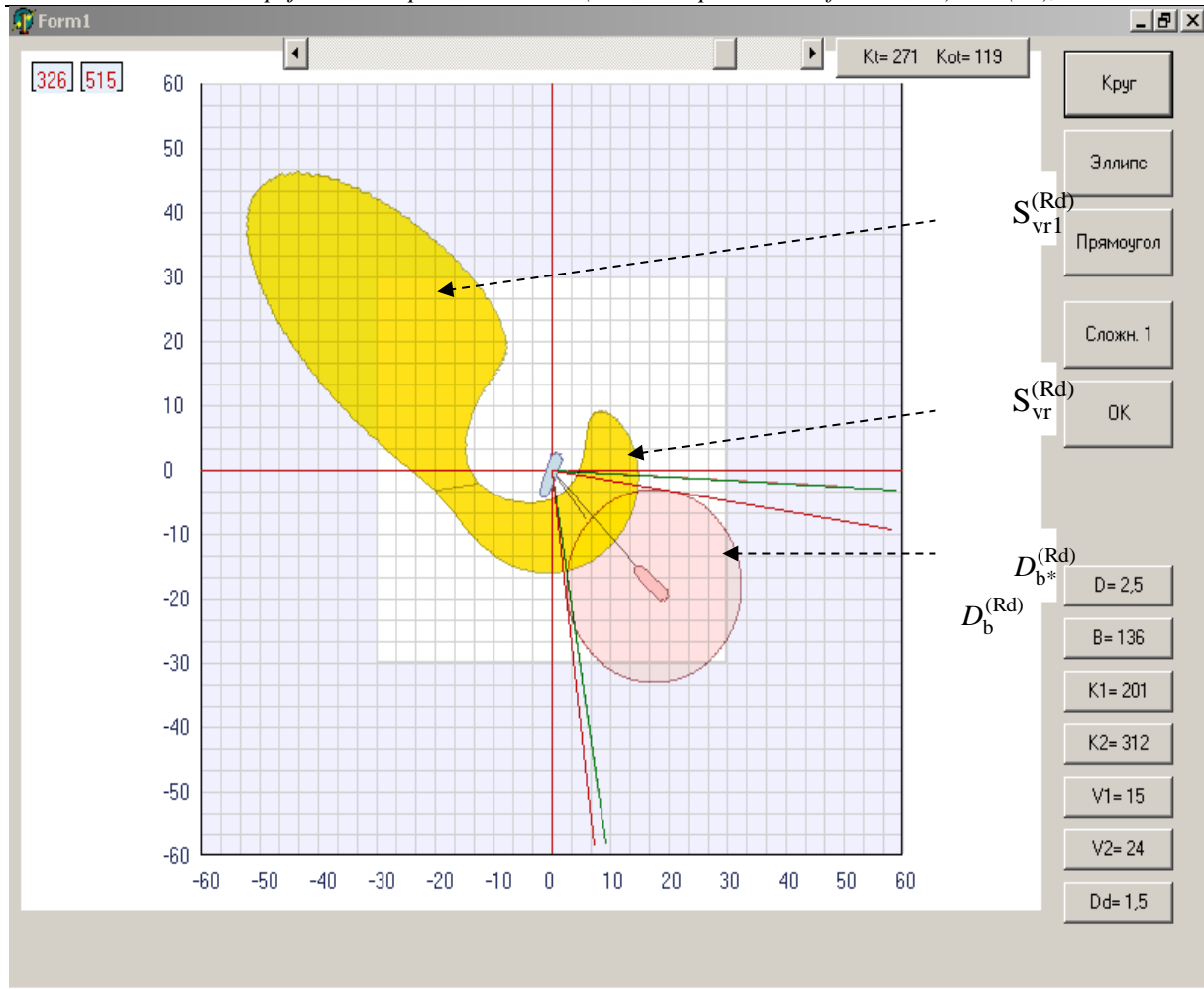


Рис. 4. Ситуация отображения ограниченной области $D_b^{(Rd)*}$ сливающимися виртуальными областями при дистанции 2,5 мили

В случае, когда реализуется множество относительных направлений $M_{\alpha 4}^n$ и безопасная область $D_b^{(Rd)*}$ оказывается ограниченной сверху и снизу (рис. 5), виртуальные области $S_{vr}^{(Rd)}$ и $S_{vr1}^{(Rd)}$ замыкаются вокруг судна, причем внешняя граница общей области в отличие от внутренней границы не имеет разрывов.

В рассматриваемом случае множество безопасных курсов судна является пустым, т.е. при любом курсе судна при неизменных параметрах движения цели дистанция кратчайшего сближения будет меньше предельно-допустимой дистанции, достигая максимального значения при курсах судна соответствующих минимальному и максимальному относительным курсам.

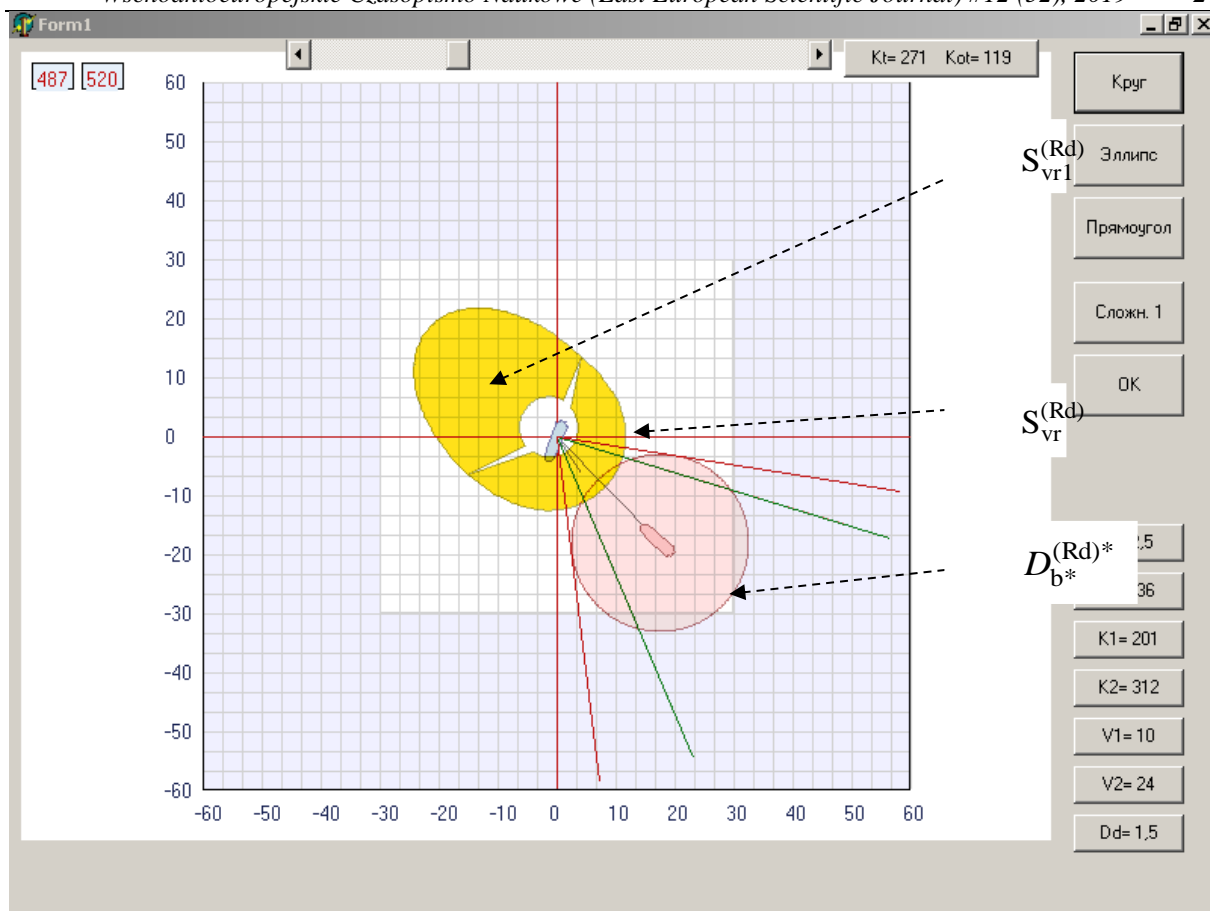


Рис. 5. Ситуация отображения ограниченной сверху и снизу области $D_b^{(Rd)*}$ охватывающей виртуальной областью при дистанции 2,5 мили

При дальнейшем уменьшении дистанции между судном и целью виртуальная область приобретает вид охватывающего судно кольца, как показано на рис. 6 для дистанции между судном и целью равной 2 милям.

При этом максимальные значения дистанции кратчайшего сближения, тем не менее, не превышающие величину предельно-допустимой дистанции, достигаются при тех же, что и в предыдущем случае, курсах судна.

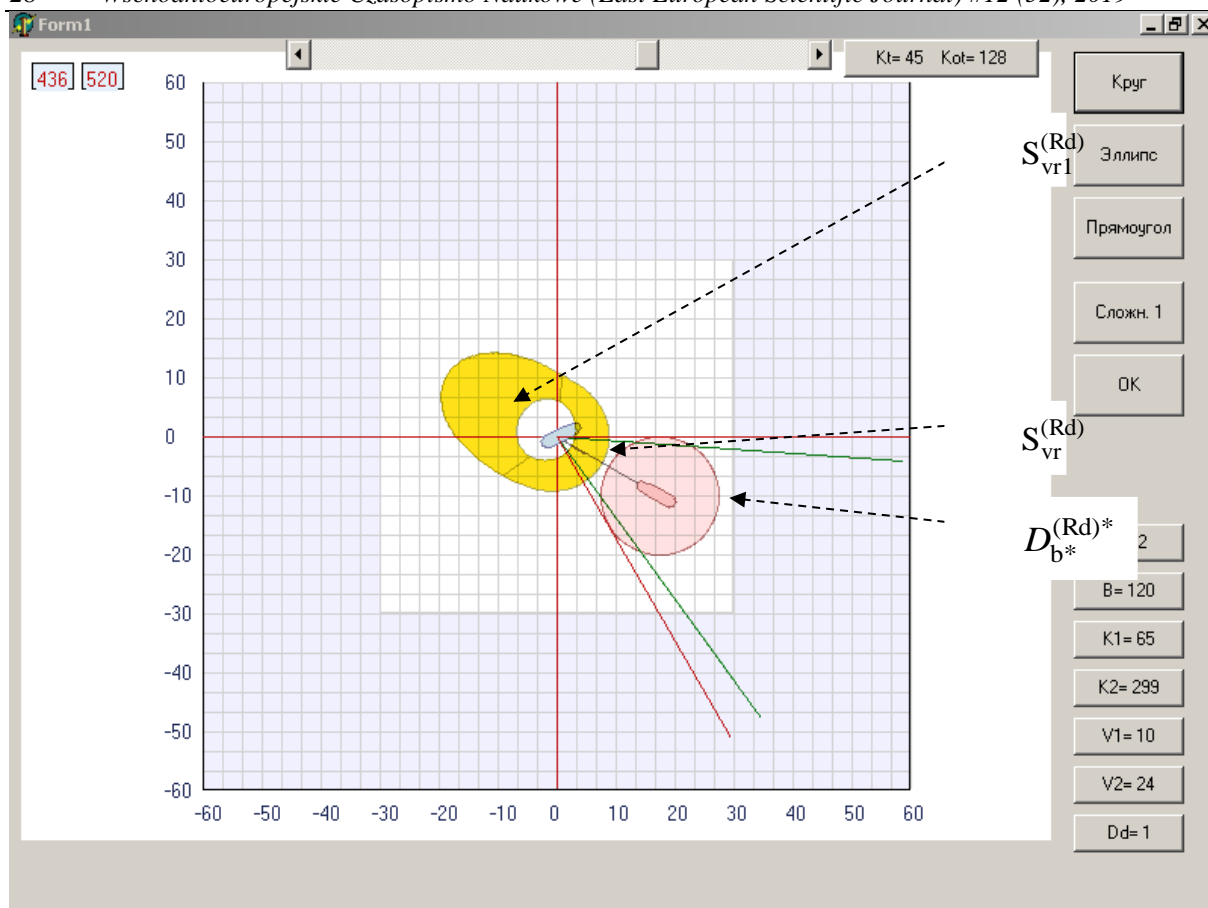


Рис. 6. Ситуация отображения ограниченной сверху и снизу области $D_b^{(Rd)*}$ охватывающей виртуальную область при дистанции 2 мили

Следует отметить, что в случае $\rho < 1$ форма и ориентация виртуальных областей $S_{vr}^{(Rd)}$ и $S_{vr1}^{(Rd)}$ зависит от величины отношения скоростей судна и цели. Будем полагать, что скорость неизменна и равна 24 узлам, а скорость судна не превосходит скорости цели и может принимать различные значения от 10 узлов и больше.

На рис. 7 скорость судна равна 10 узлов, т. е. почти в 2,5 раза меньше скорости цели. Виртуальные области $S_{vr}^{(Rd)}$ и $S_{vr1}^{(Rd)}$ охватывают судно, а множество безопасных курсов судна пустое. В данной ситуации безопасная область ограничена сверху и снизу и является областью $D_b^{(Rd)*}$.

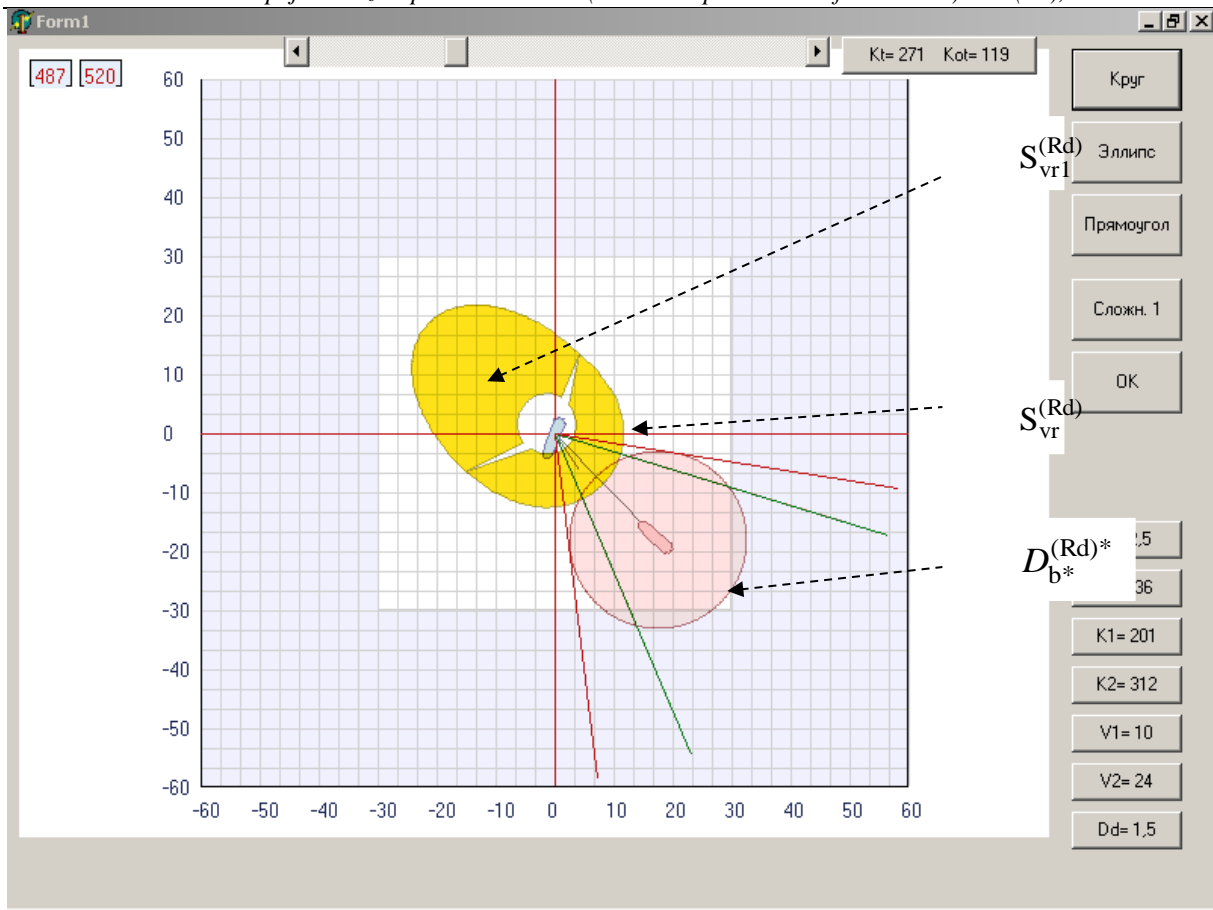


Рис. 7. Ситуация отображения безопасной области при $V_0=10$ узлов

С увеличением скорости судна и возрастанием отношения ρ общая виртуальная область теряет охватывающую форму и размыкается относительно судна. На рис. 8 скорость судна равна 15 узлам при тех же параметрах ситуации сближения. Как видно из рисунка, виртуальная область разомкнута, и множество безопасных курсов ограничено значениями от 337° до 36° . При любом курсе судна из указанного множества дистанция кратчайшего

сближения превосходит по величине предельно-допустимую дистанцию.

В данной ситуации безопасная область $D_b^{(Rd)}$ ограничена снизу, поэтому виртуальные области $S_{vr}^{(Rd)}$ и $S_{vr1}^{(Rd)}$ имеют общую границу по курсу судна, соответствующему максимальному относительному курсу.

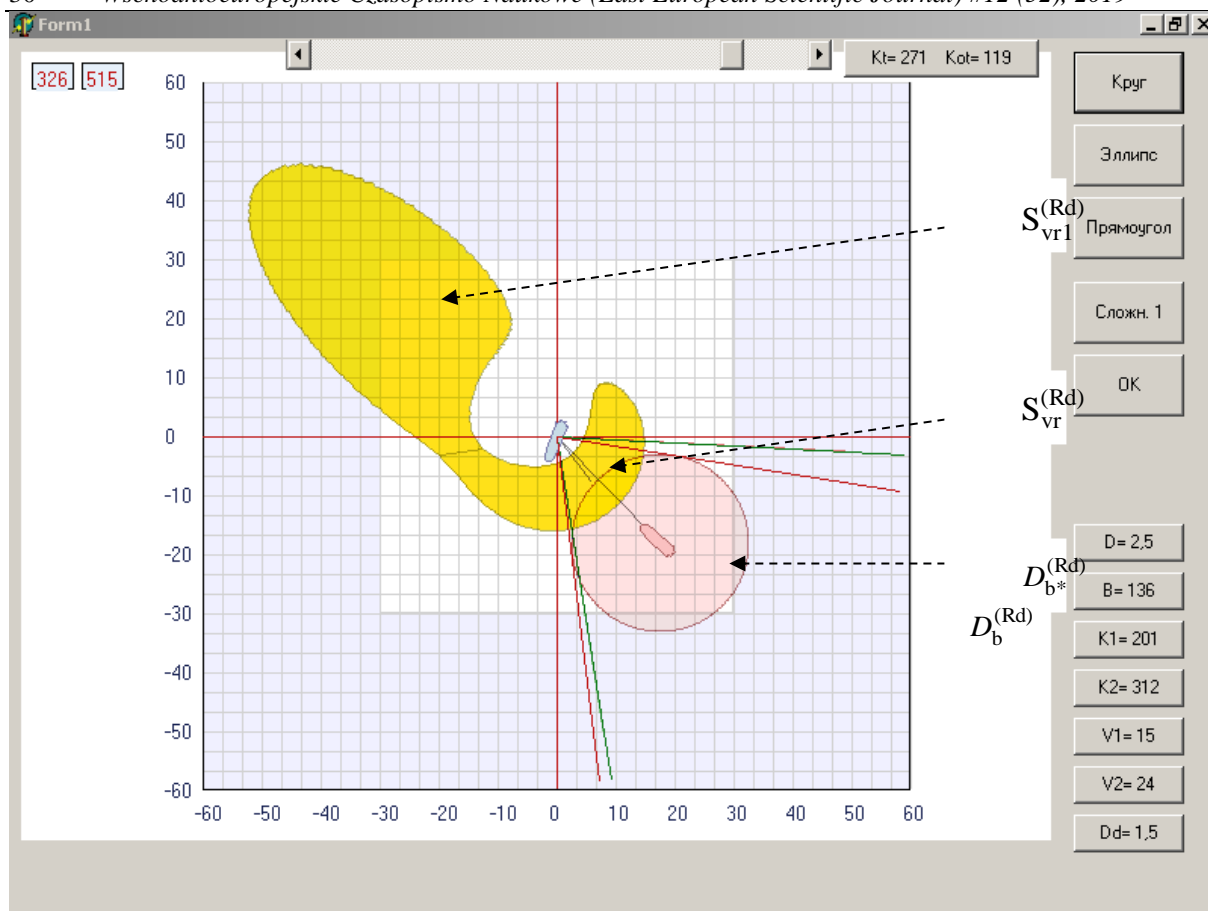


Рис. 8. Ситуация отображения безопасной области при $V_0=15$ узлов

Если же скорость судна равна 20 узлов, как показано на рис. 9, то в приводимом примере безопасная область $D_b^{(Rd)}$ полностью отображается в пространство истинного движения в виде

раздельных виртуальных областей $S_{vr}^{(Rd)}$ и $S_{vr1}^{(Rd)}$ соответственно на встречных и попутных курсах.

В этом случае множество безопасных курсов состоит из двух непересекающихся подмножеств от 224° до 301° , а также от 320° до 58° .

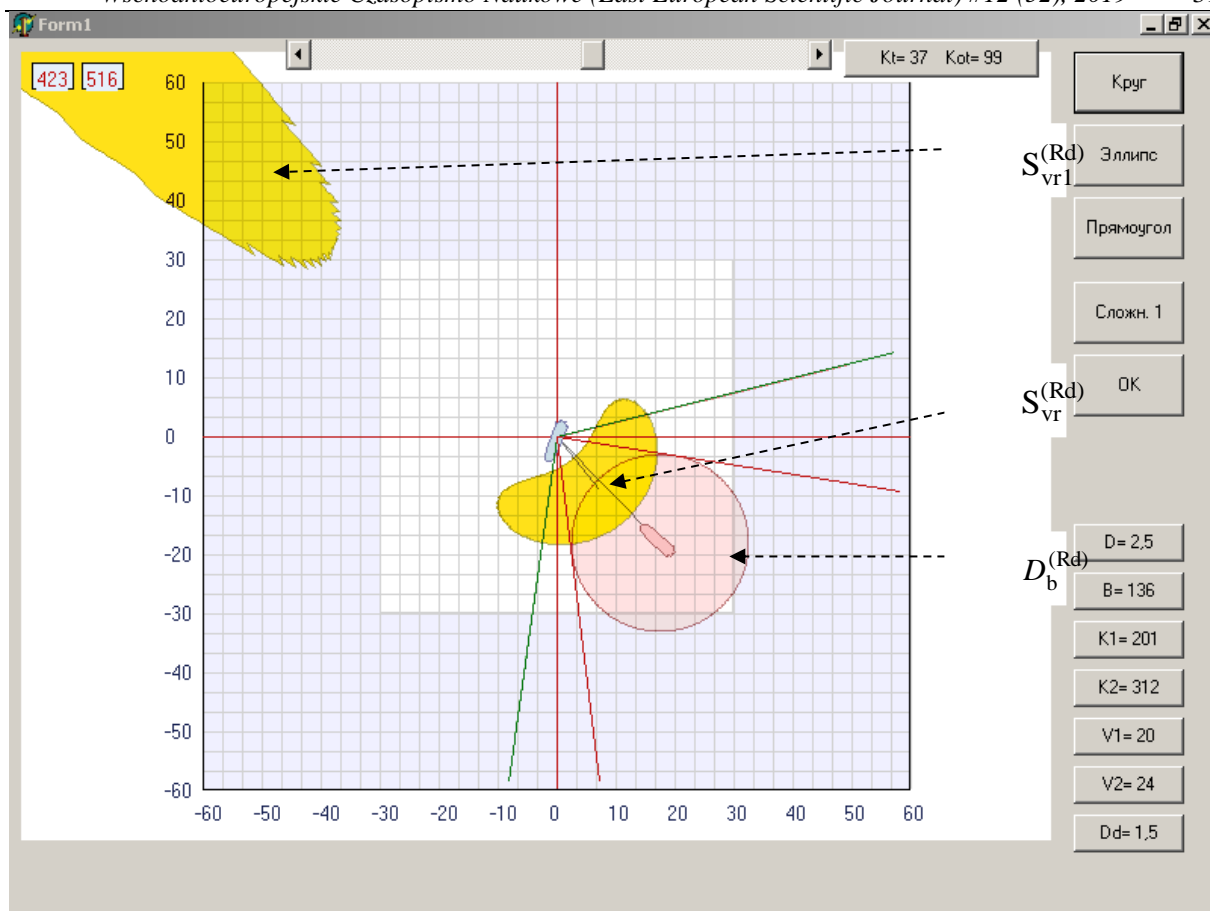


Рис. 9. Ситуация отображения безопасной области при $V_0 = 20$ узлов

На рис. 10 показана ситуация равенства скоростей судна и цели при скорости судна равной 24 узла. В этом случае имеет место однозначное и полное отображение безопасной области $D_b^{(Rd)}$ из пространства относительного движения в пространство истинного движения. Множество

безопасных курсов судна является непрерывным и оно заключено между курсами судна от 213° до 65° .

На данных курсах судно обеспечивает дистанцию кратчайшего сближения не меньше предельно-допустимой дистанции. Максимальное значение дистанции кратчайшего сближения равно начальной дистанции 2,5 мили, если судно будет следовать курсом, обратным пеленгу на цель.

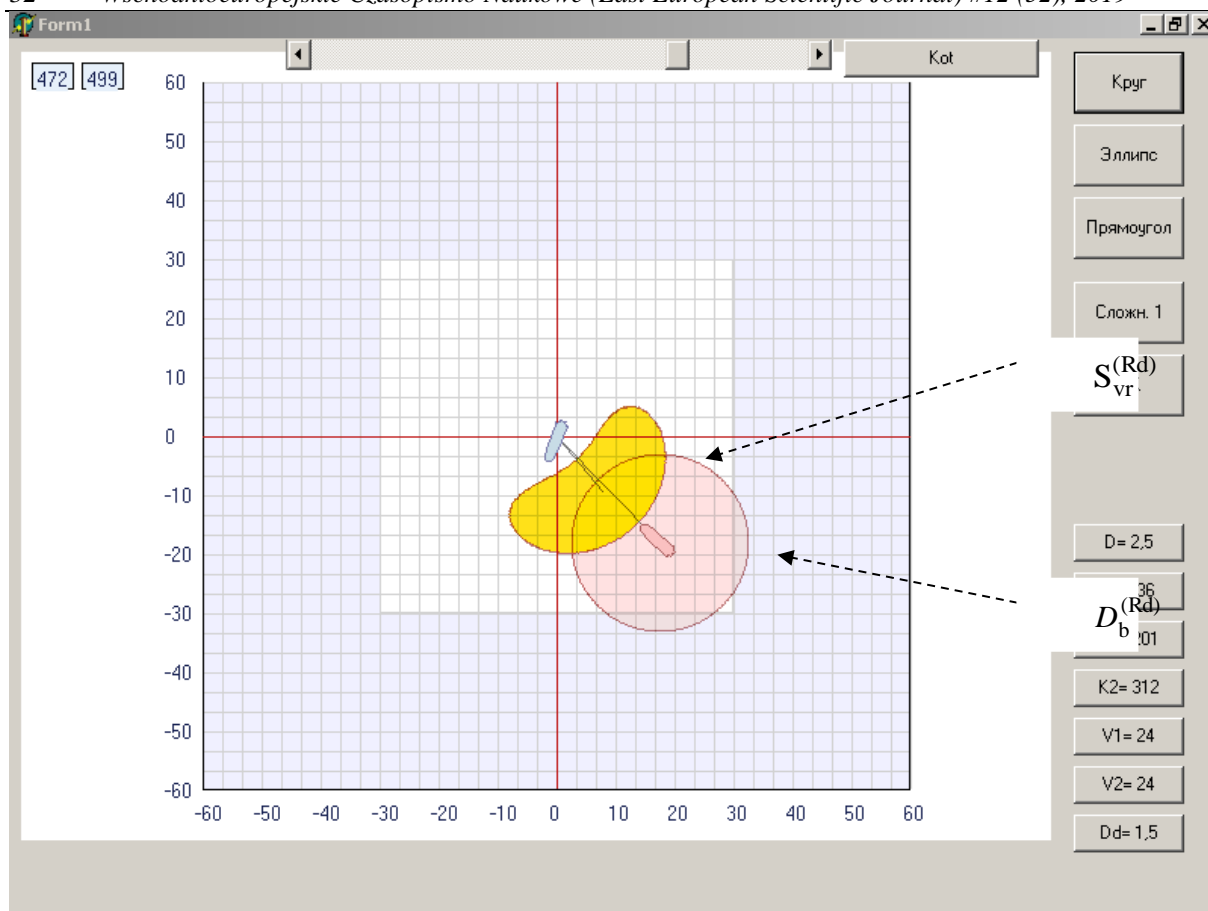


Рис. 10. Ситуация отображения безопасной области при $V_0 = 24$ узла

Таким образом, количество, ориентация и форма виртуальных областей при отображении безопасной области из пространства относительного движения в пространство истинного движения определяющим образом зависят от величины отношения скорости судна к скорости цели. С ростом этого отношения увеличивается множество безопасных курсов судна, позволяющее судну разойтись с целью на кратчайшей дистанции большей предельно-допустимую дистанцию.

Выводы и предложения.

1. Для случая когда скорость цели больше скорости судна, рассмотрены особенности отображения ее виртуальной области.

2. Показано, что для ситуации превосходства скорости цели над скоростью судна ее виртуальная область состоит из двух подобластей, форма и расположение которых зависят от взаимной позиции судна и цели, а также параметров их движения.

3. Приведены многочисленные примеры отображения виртуальной области на электронной карте для разных ситуаций сближения судна с целью.

Список литературы:

1. Бурмака И.А. Управление судами в ситуации опасного сближения / И.А. Бурмака., Э.Н. Пятаков., А.Ю. Булгаков - LAP LAMBERT

Academic Publishing, - Саарбрюккен (Германия), - 2016. - 585 с.

2. Пятаков Э.Н. Взаимодействие судов при расхождении для предупреждения столкновения / Пятаков Э.Н., Бужбецкий Р.Ю., Бурмака И.А., Булгаков А.Ю. - Херсон: Гринь Д.С., 2015. - 312 с.

3. Куликов А. М. Оптимальное управление расхождением судов / А. М. Куликов, В. В. Поддубный // Судостроение. - 1984. - № 12. - С. 22-24.

4. Цымбал Н.Н. Гибкие стратегии расхождения судов / Н.Н. Цымбал, И.А. Бурмака, Е.Е. Тюпиков. - Одесса: КП ОГТ, 2007. - 424 с.

5. Павлов В.В. Некоторые вопросы алгоритмизации выбора маневра в ситуациях расхождения судов / В.В. Павлов, Н.И. Сеньшин // Кибернетика и вычислительная техника. - 1985. - № 68. - С. 43-45.

6. Петриченко Е.А. Вывод условия существования множества допустимых маневров расхождения с учетом навигационных опасностей / Петриченко Е.А. // Судовождение. - 2003. - № 6. - С. 103 - 107.

7. Бурмака И.А. Результаты имитационного моделирования процесса расхождения судов с учетом их динамики / Бурмака И.А. // Судовождение. - 2005. - №10. - С. 21 - 25.

8. Сафин И.В. Выбор оптимального маневра расхождения / И.В. Сафин // Автоматизация судовых технических средств. - №7. - 2002. - С. 115-120.

9. Бурмака И.А. Экстренная стратегия расхождения при чрезмерном сближении судов / Бурмака И.А., Бурмака А. И., Бужбецкий Р.Ю. – LAP LAMBERT Academic Publishing, 2014. – 202 с.

10. Statheros Thomas. Autonomous ship collision avoidance navigation concepts, technologies and techniques / Statheros Thomas, Howells Gareth,

McDonald-Maier Klaus. // J. Navig. 2008. 61, № 1, p. 129-142.

11. Волков А.Н. Формирование процесса расхождения судна в ситуации опасного сближения методом виртуальных областей / Волков А.Н., Булгаков А.Ю., Голиков А.А. //East European Scientific Journal, №11 (27), 2017, part 1.- С. 4 - 13.

Petrichenko E.A.

PhD, associate professor,

National University «Odessa Maritime Academy»

MANOEUVRE OF DIVERGENCE OF VESSELS BY CHANGE OF THEIR COURSES TAKING INTO ACCOUNT NAVIGATION DANGERS

Петриченко Евгений Анатольевич

кандидат технических наук, доцент

Национальный университет "Одесская морская академия"

МАНЕВР РАСХОЖДЕНИЯ СУДОВ ИЗМЕНЕНИЕМ ИХ КУРСОВ С УЧЕТОМ НАВИГАЦИОННЫХ ОПАСНОСТЕЙ

Summary. Analytical expressions describing the scopes of point and distributed linear navigation danger depending on the parameters of situation of dangerous rapprochement are resulted.

Formulas for the calculation of scope courses of deviation are given , dividing the great numbers of safe and dangerous courses, in the case of presence of point or distributed linear navigation danger.

The examples of determination of optimum maneuvers of divergence of vessels by the change of courses at the use of region of dangerous courses taking into account a point and distributed linear navigation danger are considered.

Аннотация. Приведены аналитические выражения, описывающие границы точечной и распределенной линейной навигационной опасности в зависимости от параметров начальной ситуации опасного сближения.

Предоставлены формулы для расчета граничных курсов уклонения, разделяющих множества безопасных и опасных курсов, в случае наличия точечной или распределенной линейной навигационной опасности.

Рассмотрены примеры определения оптимальных маневров расхождения судов изменением курсов при использовании области опасных курсов с учетом точечной и распределенной линейной навигационной опасности.

Keywords: *safety of navigation, warning of collision of vessels, navigation danger, region of dangerous courses*

Ключевые слова: *безопасность судоходства, предупреждение столкновения судов, навигационная опасность, область опасных курсов.*

Постановка проблемы.

При опасном сближении судна с целью, как указывается в работе [1], стандартный маневр расхождения судна изменением курса содержит участок уклонения с программной траектории движения, а после кратчайшего сближения судно ложится на курс выхода на программную траекторию. При следовании курсом выхода и достижении судном программной траектории движения судно ложится на начальный курс.

Если судно находится в стесненных водах, то при его расхождении с опасной целью зачастую приходится учитывать навигационные опасности, имеющиеся в районе маневрирования, что накладывает дополнительное ограничение на выбор параметров стратегии расхождения.

Следовательно, разработка методов безопасного расхождения судов при наличии навигационных опасностей, что является

тематикой данной статьи, представляет собой актуальное и перспективное научное направление.

Анализ последних достижений и публикаций.

В работе [1] представлено подробное исследование проблемы предупреждения столкновения судов и предложен метод формирования гибких стратегий расхождения, а формализация взаимодействия судов при опасном сближении и компенсация ситуационного возмущения рассмотрены в работе [2].

Два подхода к решению задачи безопасного расхождения рассмотрены в работе [3], которыми является локально-независимого и полного внешнего управления процессом расхождения опасно сближающихся судов, а также приведен анализ их реализации.

Формализация взаимодействия судов при расхождении в рамках теории дифференциальных