

- для комовой серы на 1,5% (комовая сера относится к мелкозернистым грузам).

В большей степени снижение потерь при уменьшении времени раскрытия грейфера имеет место для сыпучих грузов, относящихся к категориям порошкообразных пылевидных грузов с максимальным размером частиц 0,05...0,5 мм.

Таким образом, по результатам выполненных исследований можно сделать следующие выводы:

- для снижения потерь груза от пылеобразования при грузовой обработке транспортных средств и открытых складов следует применять грейферы с большей вместимостью, то есть грейферные краны большей грузоподъемности;

- при определении потерь груза от пылеобразования необходимо учитывать размеры транспортных средств. При этом, размеры трюмов судов, для которых  $k_V = 180...550$  не влияют на величину потерь груза, а размеры полувагонов, для которых  $k_V = 6...19$ , существенным образом увеличивают потери груза;

- с уменьшением времени раскрытия грейфера до 1...2 секунд потери груза от пылеобразования снижаются на 1,5...11% в зависимости от фракционного состава сыпучего груза.

#### Литература

1. Бланк, Ю.И. Борьба с пылеобразованием в морских портах / Ю. И. Бланк, В. Я. Зильдман, В. А.

Чикановский // Морской транспорт: Экспресс – информация. – М., 1984. – Вып. 552. – С. 24 - 29.

2. Отделкин, Н. С. Теоретические основы оценки потерь и защиты окружающей среды от пылеобразования при перегрузке и хранении сыпучих грузов: дис... докт. техн. наук: 05.22.19, 03.00.16: защищена 2009 г.: утв. 2009 / Отделкин Николай Станиславович. – Н. Новгород, 2009. – 355 с.
3. Адамов, Е.И. Совершенствование методов определения и снижения потерь от пылеобразования при перегрузке сыпучих грузов грейферными кранами и перегружателями. Дис... канд. тех. наук. – Нижний Новгород, 2010. – 122 с.

#### Reference

1. Blank, YU.I. Bor'ba s pyleobrazovaniem v morskikh portah / YU. I. Blank, V. YA. Zil'dman, V. A. Chikanovskij // Morskoy transport / Ekspress – informaciya. – M., 1984. – Вып. 552. – С. 24 - 29.
2. Otdelkin, N. S. Teoreticheskie osnovy ocenki poter' i zashchity okruzhayu shchejsredy ot pyleobrazovaniya pri peregruzke i hranenii sypuchih gruzov: dis... dokt. tekhn. nauk: 05.22.19, 03.00.16: zashchishchena 2009 g.: utv. 2009 / Otdelkin Nikolaj Stanislavovich. – N. Novgorod, 2009. – 355 s.
3. Adamov, E.I. Sovershenstvovanie metodov opredeleniya i snizheniya poter' ot pyleobrazovaniya pri peregruzke sypuchih gruzov grejfernymi kranami i peregruzhateljami. Dis... kand. tekhn. nauk. – Nizhnij Novgorod, 2010. – 122 s.

УДК 629.5.072

DOI: 10.34046/aumsuomt 103/11

## КОНТРОЛЬ МЕСТОПОЛОЖЕНИЯ КРУПНОТОННАЖНОГО СУДНА ПРИ ВОЗНИКНОВЕНИИ УСЛОВИЙ НЕДОСТАТОЧНОЙ НАВИГАЦИОННОЙ ИНФОРМАЦИИ

*М.Л. Джавукцян, аспирант.*

В статье рассматривается модель контроля местоположения крупнотоннажного судна при возникновении условий недостаточной навигационной информации, а также графоаналитический способ оценки параметров вектора состояния судна с помощью теории нечетких чисел. Указываются основные достоинства нечеткой модели, а также возможности ее применения в различных навигационных системах. Алгоритм способа реализуется на примере захода в порт Новороссийск.

Ключевые слова: контроль местоположения, недостаточная навигационная информация, безопасность мореплавания, навигационная опасность, нечеткая логика, нечеткие числа, вектор состояния.

## CONTROL OF THE POSITION OF A LARGE- TONNAGE VESSEL IN THE EVENT OF INSUFFICIENT NAVIGATIONAL INFORMATION CONDITIONS

*M.L. Dzhavuktsyan*

The article considers a model for controlling the location of a large-tonnage vessel in the event of conditions of insufficient navigational information, as well as a graphical-analytical method for estimating the parameters of the vessel's state vector using fuzzy number theory. The main advantages of the fuzzy model are indicated, as well as the possibilities of its application in various navigation systems. The algorithm of the method is implemented on the example of entering the port of Novorossiysk.

Key Words: position control, insufficient navigation information, safety of navigation, navigation hazard, fuzzy logic, fuzzy numbers, state vector.

Мировое сообщество все больше ужесточает требования к безопасности плавания судна в сложных навигационных условиях. Особенно это стало заметно после начала активного использования северного морского пути. Анализ аварийности на флоте за последние пять лет показывает, что количество аварийных происшествий уменьшилось по сравнению со статистикой прошлых лет, однако, они происходят каждый год по различным причинам. Стоит отметить, что современные технические средства судовождения непрерывно совершенствуются, а процессы контроля места судна, в том числе автоматического, требуют особого внимания со стороны научного сообщества, дальнейшего исследования и улучшения возможностей и характеристик.

Основное внимание в данной статье уделяется контролю местоположения судна при возникновении условий недостаточной навигационной информации, а именно ситуаций, когда штурману поступает информация в неполной мере, не-

точно или искаженно [1]. Основой для решения поставленной задачи является аналитический способ определения места судна и оценки точности полученных координат, предложенный в работах Д.Е. Студеникина, С.И. Кондратьева [2, 3, 4].

Судно заходит в порт Новороссийск. Вблизи лоцманской станции штурман производит серию измерений, определяет место судна по 2 пеленгам. Обработка данных производится с помощью теории нечетких чисел, применяется способ ОМС и оценки точности, полученных координат [2].

Предполагается, что судоводитель определил позицию судна верно, вычислил обсервованные координаты, при этом фигура принадлежности, заданная координатами с одинаковыми степенями принадлежности, выглядит следующим образом (рисунок 1).

В работе разработана модель контроля местоположения судна. Схематически модель выглядит так как показано на рисунке 2.

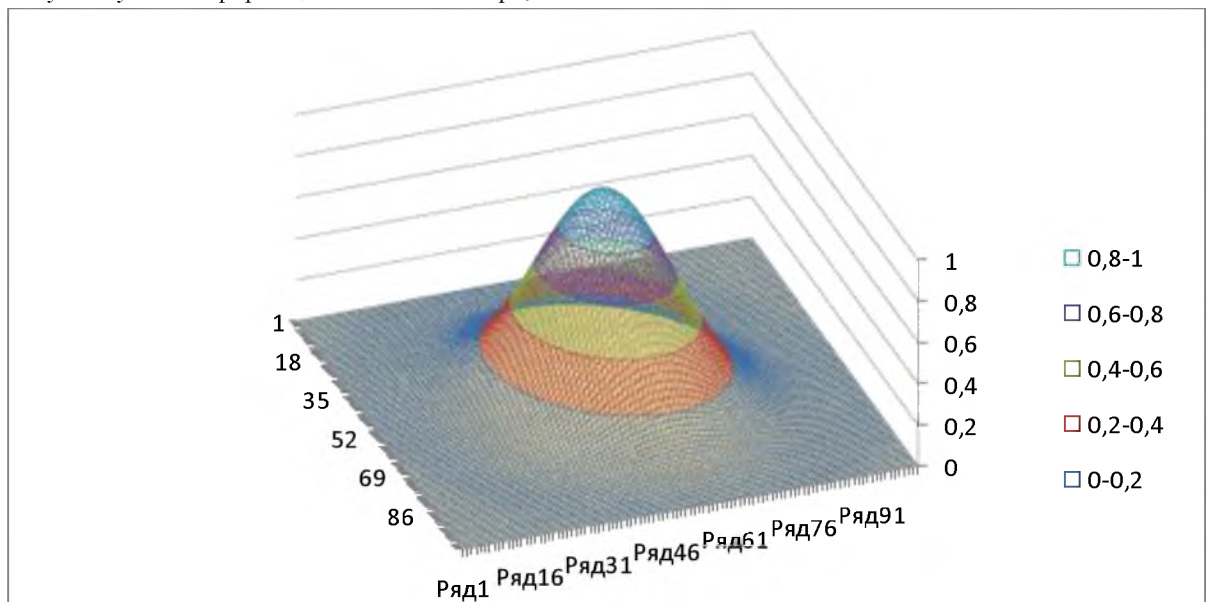


Рисунок 1 – Фигура погрешностей места

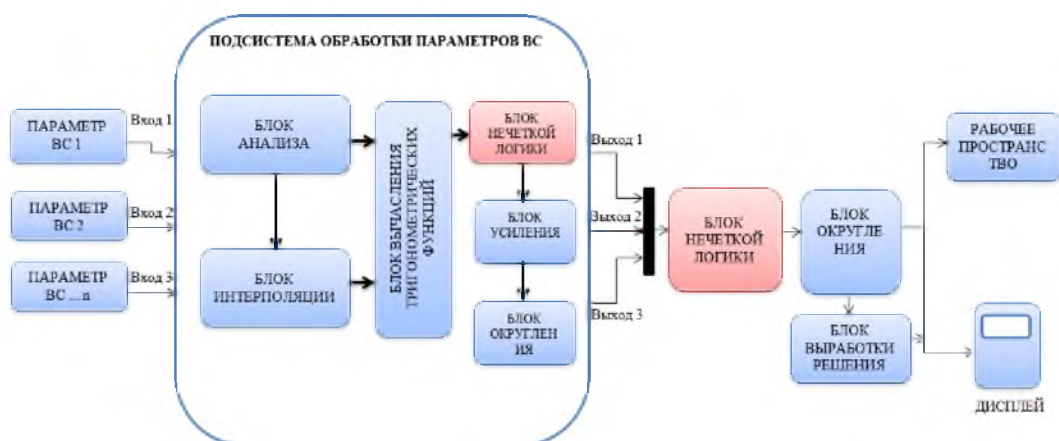


Рисунок 2 – Модель контроля местоположения судна

Внутри модели реализован способ на основе нечеткой логики, позволяющий своевременно обнаружить возникновение ситуации недостаточной или ошибочной информации. Параметры ВС поступают в «Подсистеме обработки параметров ВС», далее данные обрабатываются с помощью теории нечеткой логики. На выходе оцениваются параметры ВС и представляются как в аналитическом, так и в графическом виде, что позволяет легко контролировать местоположение и обнаружить ошибки в измерениях.

Основанная формула способа, реализованного в модели имеет следующий вид:

$$\mu(\varphi, \lambda) = \bigcup_{i=1}^n \mu_i = Fittedmodel(x) = a_1 * \exp(-((x - b_1)/c_1)^2); \tag{1}$$

где:  $a_1, b_1, c_1$  – коэффициенты,  $\mu_i$  – степень принадлежности в  $i$ -ой дискрете.

Работоспособность модели проверена в районе порта Новороссийск. Предполагается, что в прибрежном плавании, одновременно с определением местоположения судна по пеленгам, также оценивается другой параметр ВС судна – дистанция до опасности. С целью проверки способа, допускается, что штурман, ввиду чрезмерного доверия радиолокационной системе ошибся при измерениях одного из параметров.

Судоводителем произведена серия измере-

ний на первую опасность «Оконечность восточного мола». Данные обрабатываются с помощью теории нечетких множеств (таблица 1).

График полученных дискретных значений, представленных в четвертом столбце, имеет следующий вид (рисунок 3).

Аналогично обрабатывается вторая серия измерений, произведенная на опасность «Мыс Дооб» (таблица 2):

Для наглядности, график результатов четвертого столбца представлен на рисунке 4.

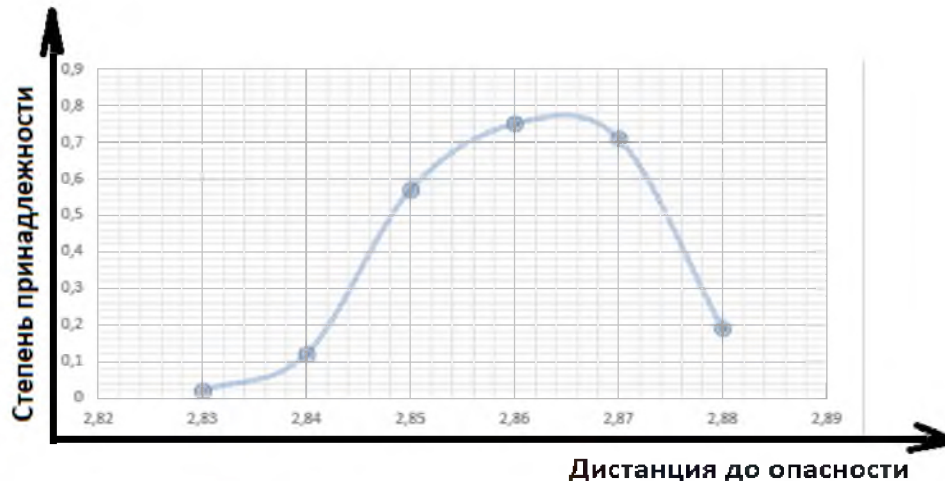


Рисунок 3 – Дискретные значения данных по опасности «Оконечность восточного мола»

Таблица 1 – Обработка измерений по опасности «Оконечность восточного мола»

Дистанция до опасности (миля)	$n_i$	$n_i / N$	Нормирование результатов
2,83	1	0,01	0,02
2,84	5	0,05	0,12
2,85	24	0,24	0,57
2,86	33	0,33	0,75
2,87	30	0,30	0,71
2,88	7	0,07	0,19
Общее количество измерений (N)	100		

где: N – общее количество измерений в серии,  $n_i$  – количество измерений в группе.

Таблица 2 – Обработка измерений по опасности «Мыс Дооб»

Дистанции до опасности (миля)	$n_i$	$n_i / N$	Нормирование результатов
5,45	1	0,01	0,02
5,46	4	0,04	0,12
5,47	31	0,31	0,71
5,48	26	0,26	0,66
5,49	30	0,30	0,71
5,50	8	0,08	0,19
Общее количество измерений (N)	100		

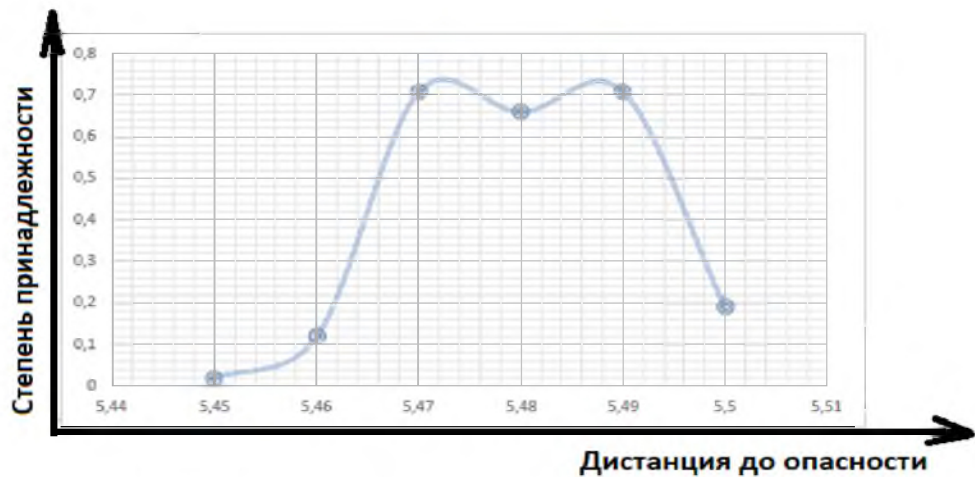


Рисунок 4 – Дискретные значения данных по опасности «Мыс Дооб»

На основании способа, предложенного в работе [2, 3, 4], дискретные значения интерполяционно сглаживаются. Производится интерполяция гауссианами второй степени и генерируются формулы, которые описывают искомые непрерывные

функции (рисунок 5, рисунок 6). В конечном итоге, определяются координаты дискрет в фигуре погрешностей и их степени принадлежности.

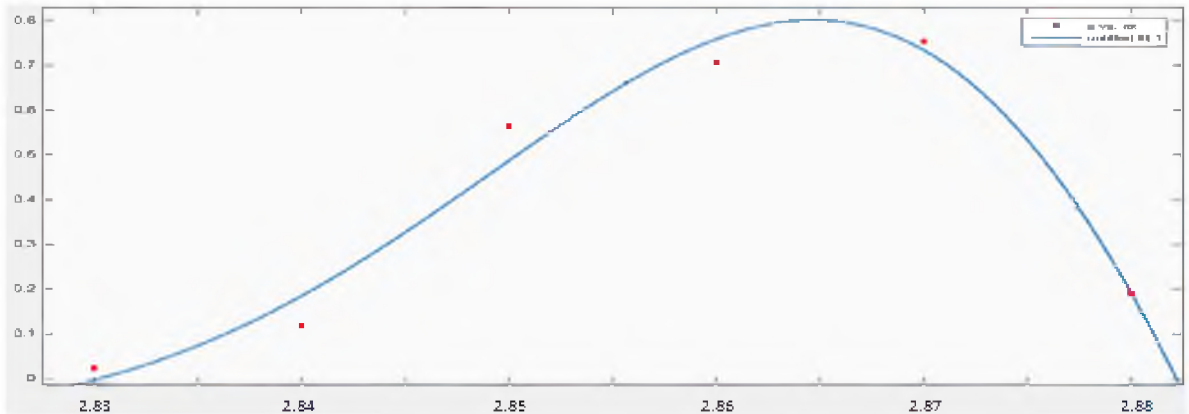


Рисунок 5 – Непрерывная функция для измерений по опасности «Оконечность восточного Мола»

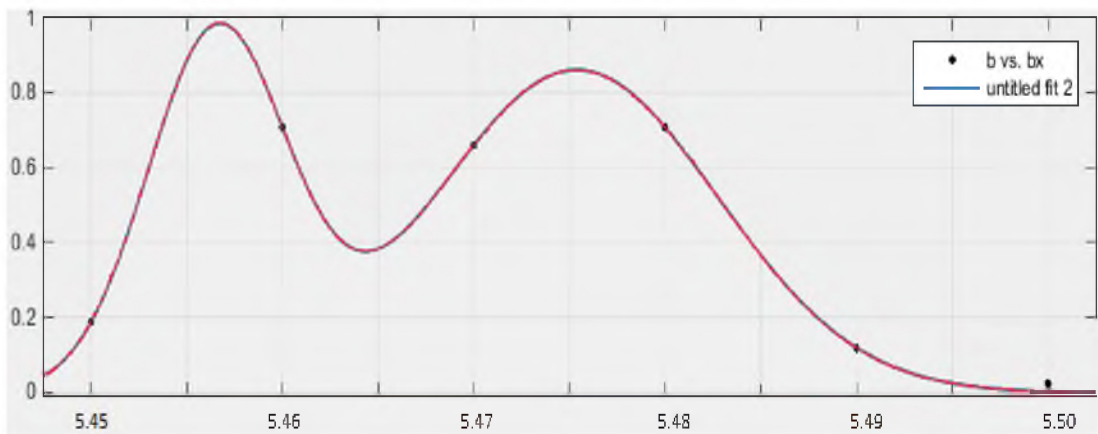


Рисунок 6 – Непрерывная функция для измерений по опасности «Мыс Дооб»

Фигура принадлежности местоположения судна, принимает вид, представленный на рисунке 7.

Применительно к модели контроля места судна и оценки точности координат с помощью

теории нечетких множеств, происходит наложение слоев полученных данных параметров вектора состояния (ВС) [5, 6, 7]. То есть результаты измерений принадлежности места судна, полученные по оценке параметра ВС – пеленг, а также

по вторым вычислениям внешнего параметра – дистанция до опасности.

Применяется t-норма к полученным данным, происходит наложение слоев [5, 6, 7].

Штурман или лицо производящее измерения видит следующую картину (рисунок 8).

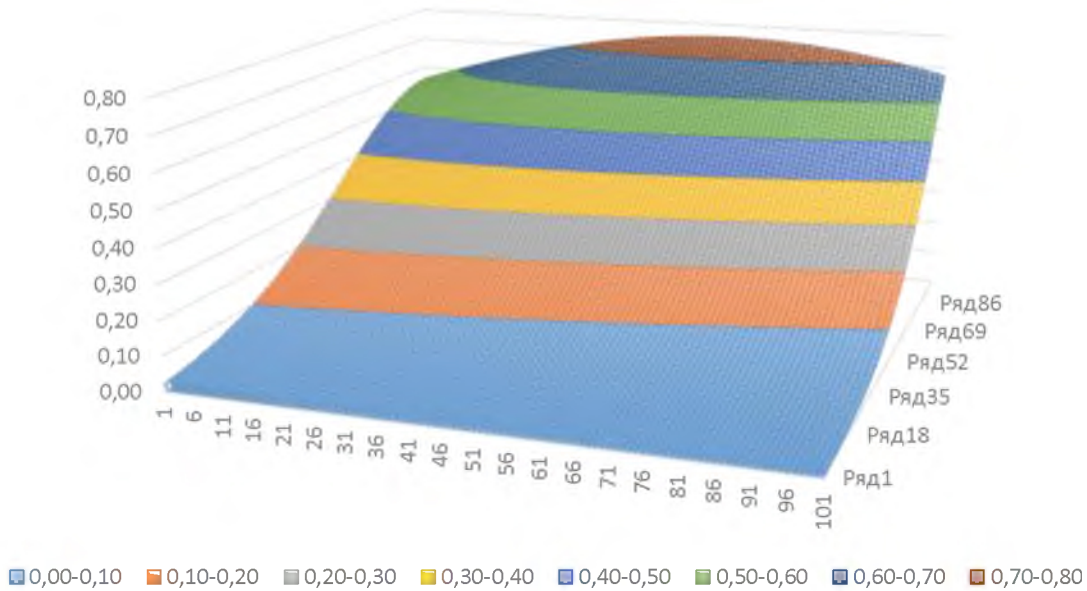


Рисунок 7 – Фигура принадлежности места по параметрам ВС – дистанция до опасности

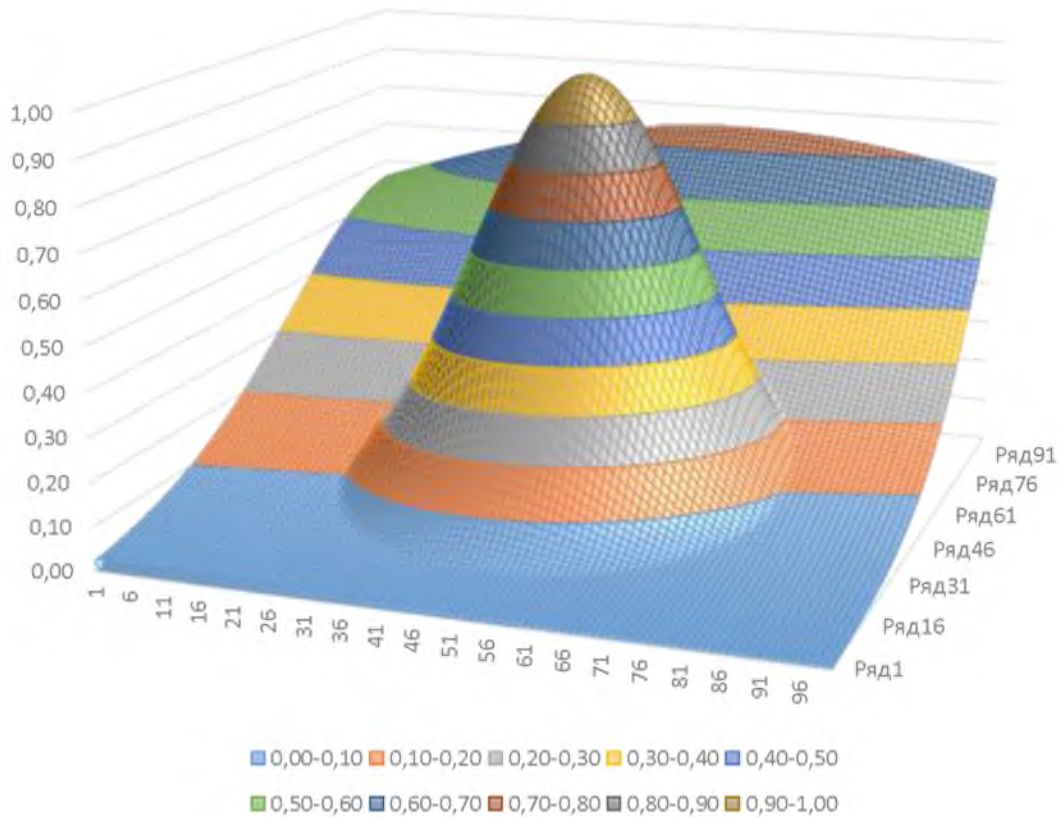


Рисунок 8 – Наложение слоев данных параметров вектора состояния

Завершающей стадией контроля места судна является объединение данных вычислений, с получением итоговой фигуры погрешности-

принадлежности местоположения (рисунок 9). Применяется операция s-норма нечетких множеств.

Проанализировав полученные результаты (рисунок 9) штурман определяет обсервованные координаты места со степенью принадлежности 0,2, что является результатом некачественной идентификации параметра(ов) вектора состояния.

В рассмотренном случае наглядно продемонстрировано возникновение ситуации недостаточной навигационной информации. Предложенная модель позволяет своевременно определять появление подобных условий.

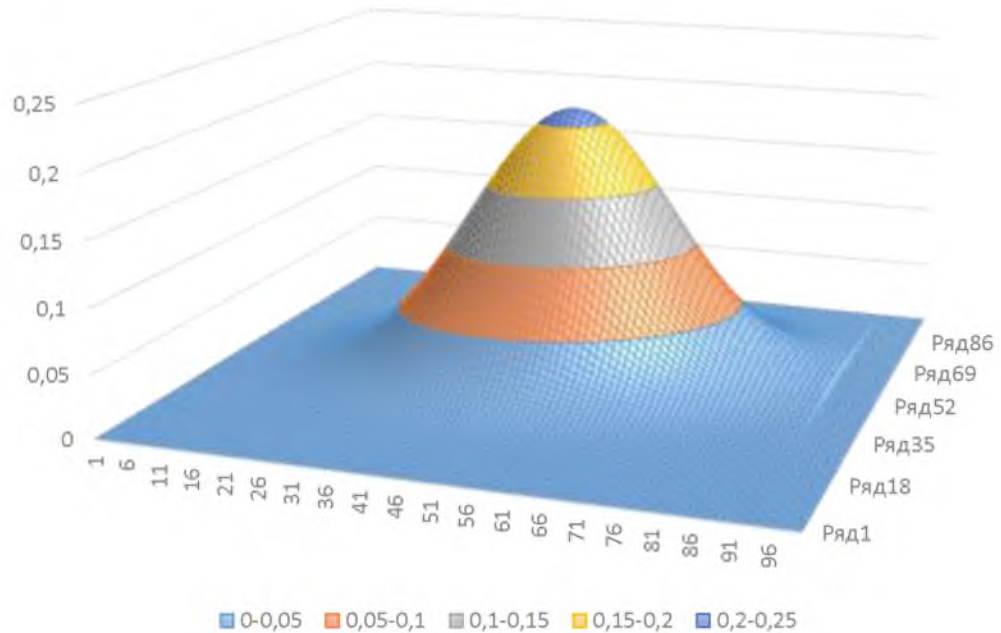


Рисунок 9 – Объединенная фигура принадлежности местоположения судна

Способ и система контроля местоположения судна с помощью теории нечеткой логики даст возможность судоводителям улучшить качество принятия решения и контролировать позицию судна, своевременно определяя ошибки измерений, что однозначно повысит безопасность судовождения. Позволит сформировать систему оценки параметров вектора состояния судна. Результаты исследования могут найти применение в интегрированных системах ходового мостика совместно с электронной картографической навигационно-информационной системой.

#### Литература

1. Е-навигация и безэкипажное судовождение [Электронный ресурс] / Пинский // Транспорт Российской Федерации . – 2016 . – №4(65) . – С. 52-56 . – Режим доступа: <https://rucont.ru/efd/569350>
2. Джавукцян, М.Л. Использование нечетких чисел для оценки точности ОМС [Текст] / М.Л. Джавукцян, Д. Е. Студеникин // Эксплуатация морского транспорта. – 2016 - №2(79). – С. 41-45.
3. Джавукцян, М.Л. Контроль местоположения судна с помощью систем основанных на нечеткой логике [Текст] / М.Л. Джавукцян, Д. Е. Студеникин, В.В. Глимбоцкий // Материалы международной научно-практической конференции – Новороссийск: ГМУ им. адмирала Ф. Ф. Ушакова, 2016. – С.80-89.

4. Джавукцян М.Л., Кондратьев С.И., Студеникин Д.Е., Глимбоцкий В.В. Способ и система контроля местоположения судна с помощью нечеткой логики [Текст] // Патент России № 2678761, 31.01.2019Бюл. №4
5. Студеникин, Д.Е. Прогнозирование параметров движения судна на основе нечеткой логики [Текст]: диссертация канд. техн. наук: 05.22.19: защищена 30.03.12 / Студеникин Дмитрий Евгеньевич. – Новороссийск, 2012. – 150 с.
6. Рутковский Л. Методы и технологии искусственного интеллекта [Текст] /пер. с польск. И.Д. Рудинского. – М.: Горячая линия–Телеком, 2010. – 520 с., ил.
7. Круглов, В.В., Нечёткая логика и искусственные нейронные сети [Текст] / В.В. Круглов, М.И. Дли, Р.Ю. Голунов. – М.: Физ.-мат. лит., 2001. – 224 с.

#### References

1. E-navigaciya i bezekipazhnoe sudovozhdenie [Elektronnyj resurs] / Pinskiy // Transport Rossijskoj Federacii . – 2016 . – №4(65) . – S. 52-56 . – Rezhim dostupa: <https://rucont.ru/efd/569350>
2. Dzhavuktsyan, M.L. Ispol'zovanie nechetkih chisel dlya ocenki tochnosti OMS [Tekst] / M.L. Dzhavuktsyan, D. E. Studenikin // Eksploataciya morskogo transporta. – 2016 - № 2(79). – S. 41-45.
3. Dzhavuktsyan, M.L. Kontrol' mestopolozheniya sudna s pomoshch'yu sistem osnovannyh na nechetkoj logike [Tekst] / M.L. Dzhavuktsyan, D.

- E. Studenikin, V.V. Glimbockij // *Materiály mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii – Novorossiysk: GMU im. admirala F. F. Ushakova*, 2016. – S.80-89.
4. Dzhavuktsyan M.L., Kondrat'ev S.I., Studenikin D.E., Glimbockij V.V., *Sposob i sistema kontrolya mestopolozheniya sudna s pomoshch'yu nechetkoj logiki* [Tekst] // *Patent Rossii № 2678761*, 31.01.2019 Byul. №4
  5. Studenikin, D.E. *Prognozirovaniye parametrov dvizheniya sudna na osnove nechetkoj logiki* [Tekst]: dissertatsiya kand. tekhn. nauk: 05.22.19: zashchishchena 30.03.12 / Studenikin Dmitrij Evgen'evich. – Novorossiysk, 2012. – 150 s.
  6. Rutkovskij L. *Metody i tekhnologii iskusstvennogo intellekta* [Tekst] / per. s pol'sk. I.D. Rudinskogo. – M.: Goryachaya liniya–Telekom, 2010. – 520 s., il.
  7. Kruglov, V.V., *Nechyotkaya logika i iskusstvennye neyronnye seti* [Tekst] / V.V. Kruglov, M.I. Dli, R.YU. Golunov. – M.: Fiz.–mat. lit., 2001. – 224 s.

УДК656.

DOI: 10.34046/aumsuomt 103/12

## К ВОПРОСУ О ПОНИМАНИИ СУЩНОСТИ ЧЕЛОВЕЧЕСКОГО ФАКТОРА ЧЛЕНАМИ ЭКИПАЖА СУДНА И ИХ ПРЕДРАСПОЛОЖЕННОСТИ К СОЗДАНИЮ АВАРИЙНОЙ СИТУАЦИИ

*A.N. Tomilin, доктор педагогических наук, профессор  
S.I. Pankina, кандидат педагогических наук, доцент  
S.N. Tomilina, кандидат педагогических наук, доцент  
A.M. Dorofeev, кандидат педагогических наук  
E.M. Dorofeev, кандидат педагогических наук*

Состояние аварийности на российских судах все еще остается высоким и тревожным. За последние 10 лет наблюдается явная тенденция роста количества аварий по вине персонала судов, в том числе командного состава.

Предмет исследования – профессиональная подготовка и профессиональная деятельность моряков транспортного флота.

В статье кратко рассматривается сущность и причины человеческого фактора, приведены основные положения методики оценки понимания сущности человеческого фактора персоналом судов и курсантами морской образовательной организации, их предрасположенности к созданию аварийной ситуации. Приводятся результаты экспериментальной работы (опроса, тестирования, индивидуальных бесед) с членами экипажей судов судовладельческих компаний г. Новороссийска, обучающихся в Институте повышения квалификации и курсантами выпускного курса ГМУ им. адм. Ф.Ф. Ушакова, математическая обработка полученных результатов, доказывающая эффективность настоящей методики.

Авторы пришли к выводу о целесообразности и эффективности применения настоящей методики для проверки и анализа состояния готовности выпускников и членов экипажей судов к предстоящей профессиональной деятельности (к рейсу), осознания ими своей персональной ответственности за безопасность судна, груза и людей (членов экипажа и пассажиров).

**Ключевые слова:** аварийная ситуация, методика, понимание, предрасположенность, сущность, человеческий фактор, члены экипажа.

## TO THE QUESTION OF UNDERSTANDING THE ESSENCE OF THE HUMAN FACTOR BY THE SHIP'S CREW MEMBERS AND THEIR PREDISPOSITION TO CREATE AN EMERGENCY SITUATION

*A.N. Tomilin, S.I. Pankina, S.N. Tomilina, A.M. Dorofeev, E.M. Dorofeev*

The state of accidents on Russian ships is still high and alarming. Over the past 10 years, there has been a clear trend of an increase in the number of accidents caused by ship personnel, including command personnel. The subject of the study is the professional training and professional activity of the sailors of the transport fleet.

The article briefly examines the essence and causes of the human factor, provides the main provisions of the methodology for assessing the understanding of the essence of the human factor by ship personnel and cadets of a maritime educational organization, their predisposition to create an emergency situation. The results of experimental work (survey, testing, individual interviews) with members of the crews of ships of ship-owning companies of Novorossiysk, studying at the Institute of Advanced Training and cadets of the final course of the GMU named after Adm. F.F. Ushakov, mathematical processing of the results obtained, proving the effectiveness of this technique, are presented. The authors came to the conclusion about the expediency and effectiveness of using this methodology to check and analyze the state of readiness of graduates and ship crews for the upcoming professional activity (for the voyage), their awareness of their personal responsibility for the safety of the ship, cargo and people (crew members and passengers).

**Keywords:** emergency situation, methodology, understanding, predisposition, essence, human factor, crew members.