

СИСТЕМА ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ПРИ ПЛАВАНИИ СУДОВ В УСЛОВИЯХ ОГРАНИЧЕННОЙ ВИДИМОСТИ

THE DECISION-MAKING SUPPORT SYSTEM FOR NAVIGATION IN RESTRICTED VISIBILITY

V. Sedov
N. Sedova

Annotation

The part of navigation support system, which is a module to assist in decision-making when sailing ships in restricted visibility presents in this paper. The questions asked to the user and system conclusions variants are demonstrates. The rules by which the system makes decisions and an appropriate decision tree are shown.

Keywords: collision prevention regulations, restricted visibility, semantic network, decision tree, linguistic ambiguity.

Седов Виктор Александрович
К.ф.-м.н., Морской
государственный университет
им. адмирала Г.И. Невельского,
г. Владивосток

Седова Нелли Алексеевна
К.т.н., научн. сотрудник, Морской
государственный университет
им. адмирала Г.И. Невельского,
г. Владивосток

Аннотация

В работе представлен фрагмент системы поддержки принятия решений, представляющий собой модуль для содействия в принятии решений при плавании морских судов при ограниченной видимости. Демонстрируются сформированные вопросы, задаваемые пользователю, а также варианты заключений, выдаваемые системой. Показаны правила, по которым системы принимает решения, а также соответствующее дерево принятия решений.

Ключевые слова:

Правила предупреждений столкновений в море, ограниченная видимость, семантическая сеть, дерево принятия решений, лингвистическая неопределенность.

ВВЕДЕНИЕ

Экспертная система, предназначенная для содействия в принятии решений в различных ситуациях, возникающих в море, включает пять модулей, заключенных в единый графический пользовательский интерфейс. Первый модуль, представленный в работе [1], представляет собой подсистему поддержки принятия решений при плавании судов при любых условиях видимости. Разработка первого модуля базировалась на Международных правилах предупреждения столкновений судов в море (МППСС) [2] №4–10, а также комментариях к указанным правилам [3, 4] и рекомендациях "хорошей морской практики". Разработка второго модуля, представляющего собой подсистему поддержки принятия решений при плавании судов на виду друг у друга [5, 6], базировалась на правилах МППСС № 11–18. Разработка третьего модуля "Огни и знаки" [7, 8] базировалась на правилах МППСС № 20–31, а также приложении I МППСС [2]. Разработка четвертого модуля "Звуковые и световые сигналы" базировалась на правилах МППСС № 32–37, а также приложениях II–IV МППСС [2].

Настоящая работа представляет собой фрагмент пятого модуля, представляющего собой подсистему поддержки принятия решений при плавании судов в условиях ограниченной видимости, для разработки которого, главным образом, использовалось правило № 19 МППСС [2], т.е. модуль предназначен для помощи в принятии решений при таких условиях плавания, когда "видимость ограничена из-за тумана, мглы, снегопада, сильного ливня, песчаной бури или по каким-либо другим подобным причинам" [2, 9].

Описание системы поддержки принятия решений при плавании судов в условиях ограниченной видимости

Все понятия и отношения между ними, связанные с правилом МППСС № 19, на основе которого разработан пятый модуль для принятия решений при плавании судов в условиях ограниченной видимости, сведены в единую семантическую сеть, состоящую из 24 понятий.

Используя семантическую сеть правила МППСС №

19, для пятого модуля сформирован перечень вопросов на естественном языке, благодаря которым система поддержки принятия решений "общается" с пользователем:

- ◆ "Судно № 1 находится в районе ограниченной видимости или вблизи такого района?",
- ◆ "Судно № 1 обнаружило присутствие судна № 2?",
- ◆ "Судно № 1 услышало туманный сигнал судна № 2?",
- ◆ "Судно № 1 обнаружило судно № 2 только с помощью радиолокатора?",
- ◆ "Развивается ли ситуация чрезмерного сближения?",
- ◆ "Возможно ли предотвратить чрезмерное сближение?",
- ◆ "Существует ли опасность столкновения?",
- ◆ "Судно № 2 является обгоняемым?",
- ◆ "На каком траверзе находится судно № 2 по отношению к судну № 1?",
- ◆ "Судно № 1 имеет механический двигатель?",
- ◆ "Судно № 1 движется с безопасной скоростью?",
- ◆ "Судно № 2 находится впереди траверза судна № 1?".

Одновременно для пятого модуля сформирован перечень заключений, которые должна выдавать система поддержки (в скобках указан использующийся пункт правила МППСС № 19):

ЗАКЛЮЧЕНИЕ 1:

"Использование экспертной системы в таком случае не является корректным" (пункт а).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ 2:

"Судно с механическим двигателем должно держать свои машины готовыми к немедленному манёвру" (пункт б).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ 3:

"Выполнение правил раздела I. Необходимо выставлять впередсмотрящего как днем, так и ночью и вести непрерывное квалифицированное радиолокационное наблюдение" (пункт с).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ 4:

"Каждое судно должно следовать с безопасной скоростью, установленной применительно к преобладающим обстоятельствам и условиям ограниченной видимости" (пункт б).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ 5:

"Следует избегать изменения курса влево, если другое судно находится впереди траверза и не является обгоняемым" (пункт d, (i)).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ 6:

"Следует избегать изменения курса в сторону судна, находящегося на траверзе или позади траверза" (пункт d, (ii)).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ 7:

"Судно должно уменьшить ход до минимального, достаточного для удержания судна на курсе. Если это необходимо, остановить движение и в любом случае следовать с крайней осторожностью до тех пор, пока не минует опасность столкновения" (пункт е).

Далее представлен соответствующий пятому модулю перечень правил, каждое из которых составляется по принципу: если (посылка), то (заключение).

ПРАВИЛО 1.

Если "Судно № 1 не находится в районе ограниченной видимости или вблизи такого района", то "Использование экспертной системы в таком случае не является корректным" (пункт а).

ПРАВИЛО 2.

Если "Судно № 1 находится в районе ограниченной видимости или вблизи такого района" и "Судно № 1 не обнаружило присутствие судна № 2" и "Судно № 1 имеет механический двигатель", то "Судно с механическим двигателем должно держать свои машины готовыми к немедленному манёвру" (пункт б).

ПРАВИЛО 3.

Если "Судно № 1 находится в районе ограниченной видимости или вблизи такого района" и "Судно № 1 не обнаружило присутствие судна № 2" и "Судно № 1 не имеет механический двигатель" и "Судно № 1 движется с безопасной скоростью", то "Необходимо выполнение правил раздела I. Необходимо выставлять впередсмотрящего как днем, так и ночью и вести непрерывное квалифицированное радиолокационное наблюдение" (пункт с).

ПРАВИЛО 4.

Если "Судно № 1 находится в районе ограниченной видимости или вблизи такого района" и "Судно № 1 не обнаружило присутствие судна № 2" и "Судно № 1 не имеет механический двигатель" и "Судно № 1 не движется с безопасной скоростью", то "Необходимо выполнение правил раздела I. Необходимо выставлять впередсмотрящего как днем, так и ночью и вести непрерывное квалифицированное радиолокационное наблюдение" (пункт с) и "Каждое судно должно следовать с безопасной скоростью, установленной применительно к преобладающим обстоятельствам и условиям ограниченной видимости" (пункт б).

ПРАВИЛО 5.

Если "Судно № 1 находится в районе ограниченной видимости или вблизи такого района" и "Судно № 1 обнаружило присутствие судна № 2" и "Судно № 1 услышало туманный сигнал судна № 2", то "Судно должно уменьшить ход до минимального, достаточного для удержания судна на курсе. Если это необходимо, остановить движение и в любом случае следовать с крайней осторожностью до тех пор, пока не минует опасность столкновения" (пункт е).

ПРАВИЛО 6.

Если "Судно № 1 находится в районе ограниченной видимости или вблизи такого района" и "Судно № 1 обнаружило присутствие судна № 2" и "Судно № 1 не слышало туманный сигнал судна № 2" и "Судно № 1 обнаружило судно № 2 без помощи радиолокатора", то "Использование СППР в данном случае не является корректным" (пункт а).

ПРАВИЛО 7.

Если "Судно № 1 находится в районе ограниченной видимости или вблизи такого района" и "Судно № 1 обнаружило присутствие судна № 2" и "Судно № 1 не слышало туманный сигнал судна № 2" и "Судно № 1 обнаружило судно № 2 только с помощью радиолокатора" и "Не развивается ситуация чрезмерного сближения", то "Необходимо выполнение правил раздела I. Необходимо выставлять впередсмотрящего как днем, так и ночью и вести непрерывное квалифицированное радиолокационное наблюдение" (пункт с) и "Каждое судно должно следовать с безопасной скоростью, установленной применительно к преобладающим обстоятельствам и условиям ограниченной видимости" (пункт b).

ПРАВИЛО 8.

Если "Судно № 1 находится в районе ограниченной видимости или вблизи такого района" и "Судно № 1 обнаружило присутствие судна № 2" и "Судно № 1 не слышало туманный сигнал судна № 2" и "Судно № 1 обнаружило судно № 2 только с помощью радиолокатора" и "Развивается ситуация чрезмерного сближения" и "Невозможно предотвратить чрезмерное сближение", то "Судно должно уменьшить ход до минимального, достаточного для удержания судна на курсе. Если это необходимо, остановить движение и в любом случае следовать с крайней осторожностью до тех пор, пока не минует опасность столкновения" (пункт е).

ПРАВИЛО 9.

Если "Судно № 1 находится в районе ограниченной видимости или вблизи такого района" и "Судно № 1 обнаружило присутствие судна № 2" и "Судно № 1 не слышало туманный сигнал судна № 2" и "Судно № 1 обнаружило судно № 2 только с помощью радиолокатора" и "Развивается ситуация чрезмерного сближения" и "Возможно

предотвратить чрезмерное сближение" и "Опасности столкновения нет", то "Судно должно уменьшить ход до минимального, достаточного для удержания судна на курсе. Если это необходимо, остановить движение и в любом случае следовать с крайней осторожностью до тех пор, пока не минует опасность столкновения" (пункт е).

ПРАВИЛО 10.

Если "Судно № 1 находится в районе ограниченной видимости или вблизи такого района" и "Судно № 1 обнаружило присутствие судна № 2" и "Судно № 1 не слышало туманный сигнал судна № 2" и "Судно № 1 обнаружило судно № 2 только с помощью радиолокатора" и "Развивается ситуация чрезмерного сближения" и "Возможно предотвратить чрезмерное сближение" и "Существует опасность столкновения" и "Судно № 2 является обгоняемым" и "Судно № 2 находится на траверзе судна № 1", то "Следует избегать изменения курса в сторону судна, находящегося на траверзе или позади траверза" (пункт d, (ii)).

ПРАВИЛО 11.

Если "Судно № 1 находится в районе ограниченной видимости или вблизи такого района" и "Судно № 1 обнаружило присутствие судна № 2" и "Судно № 1 не слышало туманный сигнал судна № 2" и "Судно № 1 обнаружило судно № 2 только с помощью радиолокатора" и "Развивается ситуация чрезмерного сближения" и "Возможно предотвратить чрезмерное сближение" и "Существует опасность столкновения" и "Судно № 2 является обгоняемым" и "Судно № 2 находится позади траверза судна № 1", то "Следует избегать изменения курса в сторону судна, находящегося на траверзе или позади траверза" (пункт d, (ii)).

ПРАВИЛО 12.

Если "Судно № 1 находится в районе ограниченной видимости или вблизи такого района" и "Судно № 1 обнаружило присутствие судна № 2" и "Судно № 1 не слышало туманный сигнал судна № 2" и "Судно № 1 обнаружило судно № 2 только с помощью радиолокатора" и "Развивается ситуация чрезмерного сближения" и "Возможно предотвратить чрезмерное сближение" и "Существует опасность столкновения" и "Судно № 2 не является обгоняемым" и "Судно № 2 находится впереди траверза судна № 1", то "Следует избегать изменения курса влево, если другое судно находится впереди траверза и не является обгоняемым" (пункт d, (i)).

ПРАВИЛО 13.

Если "Судно № 1 находится в районе ограниченной видимости или вблизи такого района" и "Судно № 1 обнаружило присутствие судна № 2" и "Судно № 1 не слышало туманный сигнал судна № 2" и "Судно № 1 обнаружило судно № 2 только с помощью радиолокатора" и "Развивается ситуация чрезмерного сближения" и "Возможно

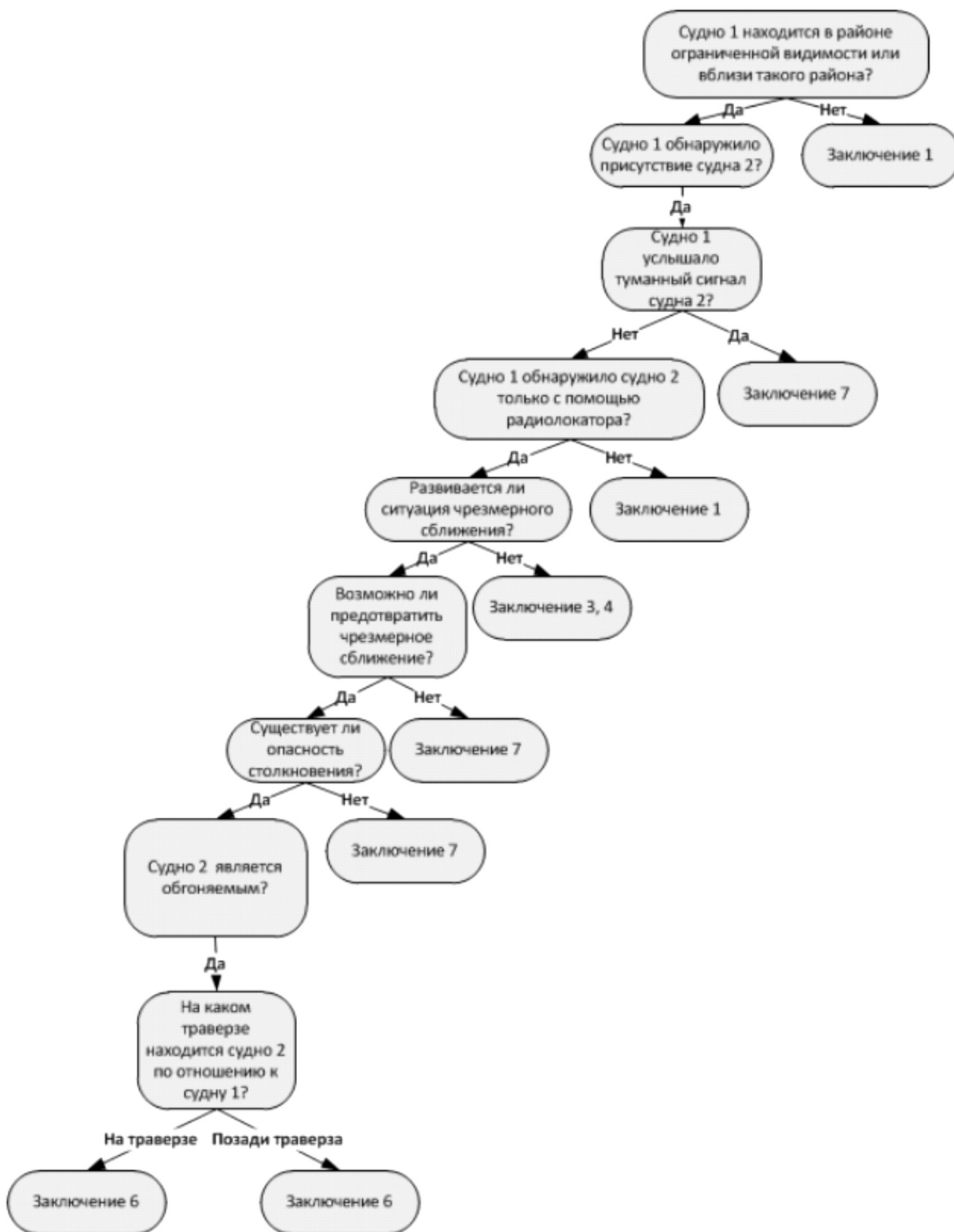


Рисунок 1. Поддерево № 1 дерева принятия решений.

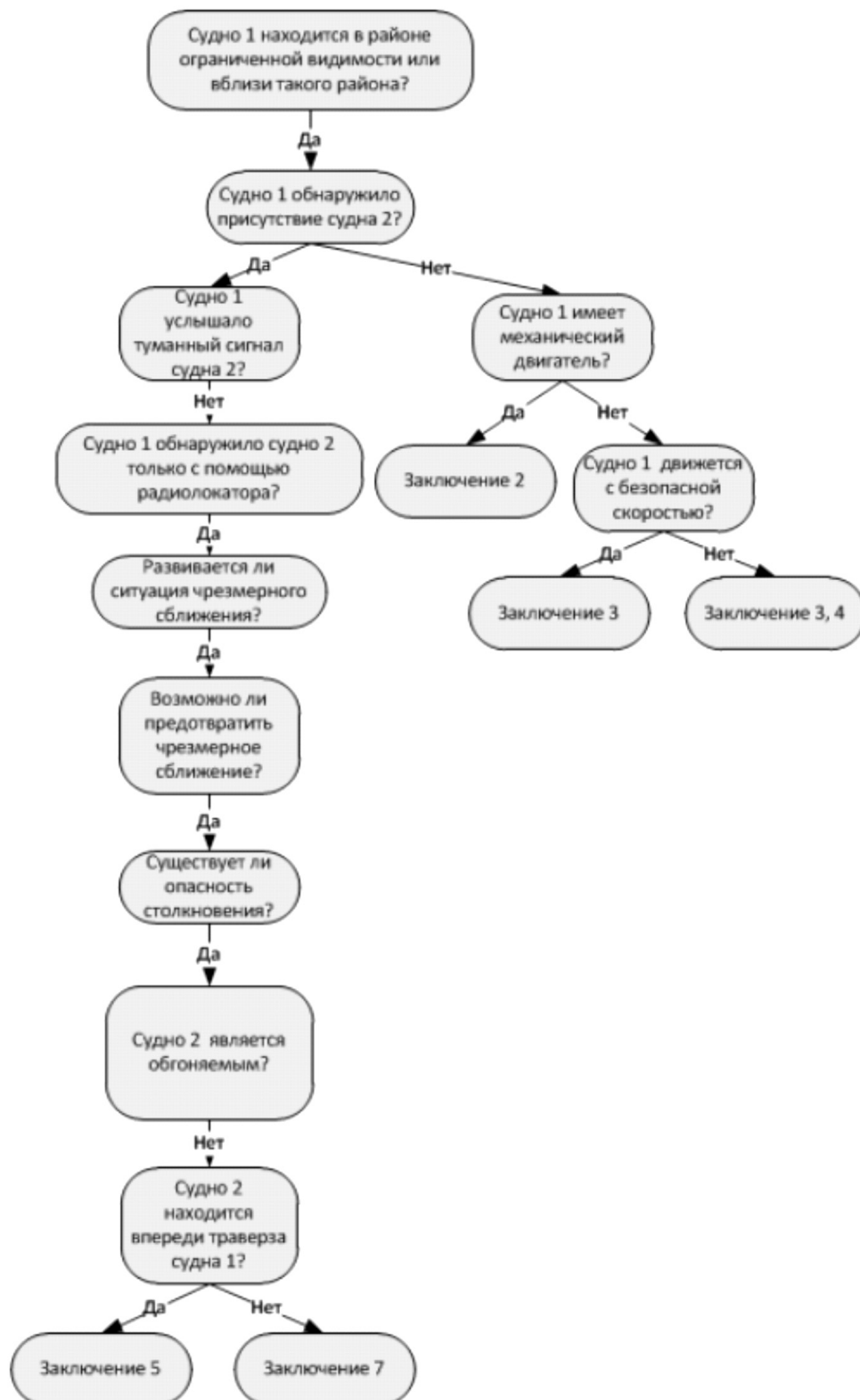


Рисунок 2. Поддереву № 2 дерева принятия решений.

предотвратить чрезмерное сближение" и "Существует опасность столкновения" и "Судно № 2 не является обгоняемым" и "Судно № 2 не находится впереди траверза судна № 1", то "Судно должно уменьшить ход до минимального, достаточного для удержания судна на курсе. Если это необходимо, остановить движение и в любом случае следовать с крайней осторожностью до тех пор, пока не минует опасность столкновения" (пункт е).

Дерево принятия решений для пятого модуля состоит из двух поддеревьев (рис. 1 и 2), что связано с ограничениями используемой для реализации системы поддержки принятия решений оболочки Rulebook [10]. Дерево принятия решений включает все возможные случаи, которые могут возникнуть при принятии решений, однако некоторые вопросы или ответы, имеющие лингвистическую неопределенность, в дальнейшем планируется уточнить и ввести в экспертную систему дополнительные уточняющие модули.

Тестирование представленного фрагмента системы поддержки принятия решений при плавании морских судов в условиях ограниченной видимости несколькими экспертами показало его работоспособность и адекват-

ность тестовым примерам.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В перспективе экспертная система будет способна автоматически определять параметры текущей ситуации, что минимизирует необходимость отвечать на её вопросы, при этом в случае наличия лингвистической неопределённости система будет выдавать несколько возможных выходов из текущей ситуации, при этом судоводитель или другое лицо, принимающее решение, либо согласится с рекомендованным и обоснованным экспертной системой решением, либо предложит свой вариант. Если по критериям качества новый вариант, предложенный судоводителем или лицом, принимающим решение, превосходит решение, выданное экспертной системой, то последняя запомнит параметры текущей ситуации и новое решение, т.е. дообучится.

Дальнейшие исследования будут направлены на учет имеющихся в правилах МППСС лингвистических неопределенностей, а также наполнению экспертной системы знаниями других экспертов и нормативных документов для судоводителей.

ЛИТЕРАТУРА

1. Седова Н.А. Система поддержки принятия решений для судоводителей // Нейроинформатика, её приложения и анализ данных: Материалы XXI Всероссийского семинара, 27–29 сентября 2013 г. / Под. ред. А.Н. Горбаня. отв. за вып. М.Г. Садовский. – Красноярск: Институт вычислительного моделирования СО РАН, 2013. – 121–126 с.
2. Международные правила предупреждений столкновений судов в море, 1972 г. / Под ред. Н.А. Долотова, Н.А. Паламарчука. – Издание Главного управления навигации и океанографии Министерства обороны союза ССР, 1982. – 87 с.
3. Яскевич А.П., Зурабов Ю.Г. Комментарии к МППСС–72: Справочник. – М.: Транспорт, 1990. – 479 с.
4. Коккрофт А.Н., Ламейер Дж. Н.Ф. Толкование МППСС–72. Пер. с англ. Н.Я. Брызгина и Н.Т. Шайхутдинова. под. ред. Н.Я. Брызгина. М.: Транспорт, 1981. – 280 с.
5. Седова Н.А. Система поддержки принятия решений при плавании судов на виду друг у друга // Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Серия "Естественные и технические науки", 2013, № 11/12, с. 29–32.
6. Седова Н.А. Система поддержки решений для привилегированных судов // Мир транспорта. – 2013. – №3(47). – С. 110–115.
7. Седова Н.А. Система поддержки принятия решений для определения навигационных огней // Информационные технологии. Радиоэлектроника. Телекоммуникации. (ITRT–2013): сб. ст. III международной заочной научно-технической конференции. / Поволжский гос. ун-т сервиса. – Тольятти: Изд-во ПВГУС, 2013. – с. 282–285.
8. Седова Н.А. Система поддержки принятия решений для определения дальности видимости огней // Информационные технологии XXI века: материалы международной научной конференции, Хабаровск, 20–24 мая 2013 – Хабаровск: Изд-во Тихоокеан. гос. ун-та, 2013. – с. 98–101.
9. Седов В.А., Седова Н.А. Нечётко-продукционная модель определения дальности видимости // В сборнике: Международная научная школа "Парадигма". Лято–2015 сборник научни статьи в 8 тома. ВАРНА, 2015. С. 150–156.
10. Черняховская Л.Р., Старцева Е.Б., Никулина Н.О. Исследование методики разработки баз знаний на основе экспертной системы EXSYS и книги правил RULEBOOK. Методические указания к лабораторным работам. – Уфа: Изд-во УГАТУ, 1997. – 18 с.