

ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА

на диссертационную работу Гриняка Виктора Михайловича «Разработка математических моделей обеспечения безопасности коллективного движения морских судов», представленную на соискание учёной степени доктора технических наук по специальности 05.13.18 – Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ

Общая характеристика работы. Представленная диссертационная работа состоит из введения, шести глав, заключения, списка литературы и приложений. Общий объём диссертации составляет 297 страниц, основной текст изложен на 283 страницах. Работа содержит 111 рисунков и 23 таблицы.

Предметом проведённого исследования является разработка фундаментальных основ и применение математического моделирования, численных методов и комплексов программ для решения крупной научной проблемы – обеспечения навигационной безопасности движения морских судов. В результате проведённого исследования был создан комплекс новых математических моделей и соответствующих численных методов, реализованных в виде исследовательских программ-прототипов.

Проведённые исследования относятся к следующим областям: разработка новых математических методов моделирования объектов и явлений; реализация эффективных численных методов и алгоритмов в виде комплексов проблемно-ориентированных программ для проведения вычислительного эксперимента; комплексные исследования научных и технических проблем с применением современной технологии математического моделирования и вычислительного эксперимента; разработка новых математических методов и алгоритмов проверки адекватности математических моделей объектов на основе данных натурного эксперимента. В работе присутствуют оригинальные результаты одновременно из трех областей: математического моделирования, численных методов и комплексов программ. Таким образом, работа соответствует специальности 05.13.18 – Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ.

Актуальность темы. Навигационная безопасность коллективного движения судов является актуальной проблемой эксплуатации водных транспортных путей. Её обеспечение возложено на береговые системы управления движением судов (СУДС). Построение СУДС связано с решением целого ряда специфических задач, важнейшими из которых являются задачи определения координат обслуживаемых объектов, анализ и планирование их траекторий, интерпретация, визуализация информации о движении объектов и выработка диспетчерских решений.

В настоящее время развитие СУДС идёт в направлении повышения требований к уровню технической оснащённости и регулирования движения.

Это делает необходимым создание новых математических моделей и методов, способных обеспечить решение задач оценки риска опасного сближения судов, предупреждения их столкновений и планирования безопасных траекторий движения, в том числе – в условиях высокой интенсивности движения.

Целью диссертационной работы является разработка и исследование математических моделей и методов решения задач обеспечения навигационной безопасности коллективного движения морских судов в условиях высокой интенсивности движения, ориентированных на реализацию в береговых системах управления движением судов.

Оценка новизны. Основными новыми научными результатами работы являются:

1. Метод идентификации модели движения объекта на основе идей нечёткой логики.
2. Модель оценки возможности опасного сближения судов на основе многозначной логики.
3. Метод представления (визуализации) информации об опасных и безопасных параметрах движения судна на основе многозначной логики.
4. Модель задачи трёхкоординатного наблюдения движущегося объекта двухкоординатными измерителями.
5. Метод решения задачи распознавания воздушных объектов двухкоординатными измерителями.
6. Метод априорной оценки разрешимости задач наблюдения в условиях конечной точности модельных представлений.
7. Метод выделения первичного РЛС сигнала наблюдаемых объектов на фоне среды.
8. Имитационная модель траектории движения судна.

Совокупность перечисленных новых научных результатов достаточна для достижения поставленной цели работы.

В практическом плане разработанные модели и методы ориентированы на реализацию в современных и перспективных береговых системах управления движением судов. Они представляют интерес для профильных научно-исследовательских коллективов, предприятий, обеспечивающих разработку, сопровождение и эксплуатацию современных СУДС и для администраций морских портов.

Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, их достоверность определяется опорой на фундаментальное знание, правильным применением математического аппарата, корректным использованием теории управления, методов вычислительной линейной алгебры, методов оптимизации, модельных представлений нейроинформатики и нечётких систем. Целый ряд результатов работы подтверждён в ходе натурных испытаний. Автором опубликовано 33 статьи в изданиях, рекомендованных ВАК, зарегистрировано 9 программных средств, получено 6 патентов на изобретение. Апробация выносимых на защиту положений проведена на конференциях различного уровня.

Все главы диссертации взаимосвязаны, материал изложен логично, сделанные выводы обоснованы. Иллюстративный материал и приложения способствуют пониманию и обоснованию основных положений диссертации. Работа представляет самостоятельный и законченный научный труд, имеющий перспективы развития.

Замечания к диссертационной работе

1. Почти все рассмотренные в работе системы нечёткой логики настраиваются экспертным способом. Было бы целесообразно для сравнения осуществить их настройку и на обучающей выборке. Тем более, что в работе упоминается о возможности учитывать в этом случае особенности движения и характерную навигационную обстановку конкретной акватории.

2. В работе рассматривается несколько вариантов систем нечёткой логики на основе машины нечёткого вывода типа Сугено. Их системы правил формируются с использованием только константных выходных значений. В работе ничего не говорится о мотивах такого подхода, имея в виду, что возможны также выходные значения, представляемые в виде линейных функций.

3. В разделе 3.5 приведены результаты натурных исследований задачи предупреждения об опасном сближении судов. Говорится о том, что разделение уровней тревоги является универсальным свойством. При этом приводятся данные только для одной акватории – порта Владивосток (рис. 54).

4. В четвёртой главе работы рассматривается задача наблюдения воздушных объектов. Предлагается её интерпретация в сферической системе координат. При этом не приводятся результаты сравнения такого представления с традиционным (в декартовых координатах).

5. В шестой главе работы рассматривается модель интерполяции траектории движения судов на основе набора данных о координатах, скоростях и курсах их движения. Модель строится на основе системы линейных алгебраических уравнений. Отмечены случаи, когда рассматриваемая система уравнений вырождена, например, при нулевой скорости движения объекта в узловых точках. При этом не говорится о возможном способе интерполяции траектории в таких случаях.

Заключение. Отмеченные недостатки не влияют на общую положительную оценку диссертации. Она является законченной научно-квалификационной работой, в которой на основании выполненных автором исследований разработаны теоретические положения и решена научная проблема обеспечения навигационной безопасности коллективного движения морских судов, имеющая важное хозяйственное значение. Диссертация выполнена лично автором на высоком научном уровне, в ней имеются все необходимые ссылки на авторов и источники заимствования материалов или отдельных результатов. Работу характеризуют достоверность основных положений и выводов, практическая направленность, хороший стиль изложения. По каждой главе и работе в целом сделаны выводы. Автореферат соответствует основному содержанию диссертации.

