

АНАЛИЗ ПРОБЛЕМ ИНФОРМАЦИОННОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ МОРСКИХ ТРАНСПОРТНЫХ ПРОЦЕССОВ

Л.Ф. Борисова, кандидат технических наук, доцент.

Мурманский государственный технический университет.

Д.А. Скороходов, доктор технических наук, профессор.

**Институт проблем транспорта им. Н.С. Соломенко РАН,
Санкт-Петербург.**

А.С. Поляков, доктор технических наук, профессор, заслуженный деятель науки РФ. Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России

Рассмотрены проблемы информационного обеспечения морских транспортных процессов. Показано, что общим недостатком современных систем управления морскими транспортными процессами являются высокая доля участия человека в процедуре принятия решения и большая зависимость управления от психофизического состояния судоводителя. Предложено использовать кодовые методы на базе графов кодовых пересечений для представления информации и снижения влияния человеческого фактора в судоходстве.

Ключевые слова: безопасность судоходства, графы кодовых пересечений, информационное обеспечение, морские транспортные процессы, экспертные системы

THE ANALYSIS OF PROBLEMS OF INFORMATION SUPPORT OF SEA TRANSPORT PROCESSES

L.F. Borisova. Murmansk gosu-donative technical university.

D.A. Skorohodov. Institute of problems of transport of N.S. Solomenko of the Russian Academy of Sciences, Saint-Petersburg.

A.S. Poljakov. Saint-Petersburg university of State fire service of EMERCOM of Russia

Problems of a supply with information of sea transport processes are considered. It is shown, that common fault of modern control systems of sea transport processes are the high share of participation of the person in procedure of decision-making and the big dependence of management on a psychophysical condition of the navigator. It is offered to use code methods on base count in code crossings for representation of the information and decrease in influence of the human factor in navigation.

Key words: a supply with information, sea transport process, safety of navigation, the column of code crossings, expert systems

Информационное обеспечение транспортных процессов (ТП), включая морские транспортные процессы (МТП), подразумевает реализацию эффективного управления (планового и оперативного) с использованием современных информационных технологий и средств их поддержки. Плановое управление осуществляется в течение длительного времени в соответствии с перспективным планированием. Реализация его связана с составлением расписаний движения транспортных средств и согласованием всех ТП в транспортной системе. Оперативное управление обеспечивает эффективное реагирование на отклонения от плановых показателей или/и на возникновение опасных или аварийных ситуаций.

Эффективность ТП в общем случае определяется по показателям качества транспортного обслуживания, важнейшими из которых являются: безопасность, скорость, время доставки, сохранность грузов. При этом время доставки связано с понятием

надежности доставки, гарантирующей выполнение поставок в договоренное время. В налаженном производстве стандартной практикой является установление даты прибытия поставок в один и тот же день каждую неделю. Такой подход связан с использованием концепции поставок в конечный пункт «точно вовремя».

Морские транспортные процессы следует рассматривать в широком и узком смысле.

В широком смысле МТП являются составной частью единого мультимодального (интермодального) процесса, охватывающего большие территории и, в общем случае, не ограниченного территориально. Центральными вопросами управления в этом случае являются обеспечение общей безопасности транспортных средств и временных параметров движения в соответствии с принципом «точно вовремя», хотя многие производители предпочитают иметь дело с поставщиками транспортных услуг, гарантирующих минимальное время в пути. Поэтому концепция «точно вовремя» не означает, что груз должен транспортироваться как можно быстрее. Для того чтобы рассчитывать свои действия, заказчику нужно знать заранее, когда он получит груз. Доставка «точно вовремя» позволяет предприятию оптимизировать и рационализировать технологические процессы и, в конечном итоге, сделать свою продукцию дешевле и лучше.

С другой стороны, задержки будут происходить всегда вследствие непредвиденных обстоятельств. Оперативное управление в этом случае заключается в том, что о задержках должно быть известно, чтобы дать получающей стороне шанс найти альтернативное решение. Не каждая задержка в логистической транспортной цепи повлияет на время прибытия в конечный пункт.

В узком смысле МТП следует рассматривать как самостоятельный судоходный процесс. В этом смысле управление рассматривается с точки зрения обеспечения безопасного движения одиночного судна в заданные сроки. Ответственность за безопасность людей (экипажа и пассажиров), судна и груза целиком лежит персонально на судоводителе (капитане судна). Оперативное управление включает мероприятия по исключению опасного сближения с другими судами и плавучими объектами.

Каждый из подходов к рассмотрению МТП имеет свои особенности и проблемы информационного обеспечения, которые необходимо учитывать при реализации соответствующих задач.

Проблемы информационного обеспечения морских транспортных процессов в мультимодальных системах

Решающее значение при организации ТП в мультимодальной системе имеет то обстоятельство, что товар должен прибыть к заказчику в нужный момент. Необходимо иметь такую информационную систему, которая бы определяла оптимальные параметры ТП с учетом условий обеспечения безопасности, автоматически предупреждала других участников о задержке, руководствовалась определенными параметрами, позволяющими оценивать важность каждой конкретной задержки. Выбор наиболее эффективных способов транспортировки и решение вопросов задержек – это две главных задачи при необходимости гарантировать доставку «точно вовремя».

Эффективность решения сформулированных основных проблем транспортировки определяется степенью развитости транспортных сетей (пропускной способностью) и эффективностью процедур управления транспортными процессами. Центральным фактором в решении проблемы обеспечения управления ТП является эффективная информационная инфраструктура, основанная на использовании методов логистики и достижений современных информационных технологий. Релевантная информация о транспортных процессах для таких структур является фактором, обеспечивающим выработку оптимальной стратегии управления ТП.

Разрабатываемые в настоящее время крупномасштабные проекты и модели ориентируются на создание и использование новых информационных технологий для

обеспечения мультимодальных перевозок, включая морские перевозки «точно вовремя». Так, например, Европейский проект TRAPIST [1] в качестве одного из средств повышения эффективности работы малых и средних портов и их коммерческой привлекательности использует базу данных, которой могут совместно пользоваться операторы портов и терминалов, а также портовые фирмы, участвующие в перемещении грузов. Быстрое и эффективное решение оперативных проблем получается за счет их визуализации, позволяя оператору порта/терминала рассматривать альтернативные решения, опираясь на приобретенный с опытом «здоровый смысл». Очевидно, при таком подходе велико влияние человеческого фактора на принятие решения и достаточно высока степень риска.

Международный проект Интернет-маркетинга в области транспорта, представленный в работе [2], использует отраслевые порталы в качестве основы для виртуального бизнес-пространства. При этом решается одна из главных задач – структуризация информационной среды отрасли. Отраслевые порталы могут использоваться целевой аудиторией для доступа к необходимой информации, приложениям и бизнес-процессам. Однако в задачи портала не входит аккумуляция всей информации отрасли и ее сервисов на своих страницах – это просто невозможно.

Существуют другие предложения по использованию современных информационных технологий. Однако в целом уровень использования информационных технологий остается достаточно низким. Существующие и разрабатываемые в настоящее время проекты и модели не позволяют с достаточной степенью адекватности представить и оценить процессы управления ТП с учетом таких особенностей, как огромное количество разнородных элементов и связей между ними, распределенность в пространстве и во времени, иерархически-сетевой принцип организации, влияние природных условий и др. Поиск новых подходов к решению проблем информационного обеспечения ТП в мультимодальных системах и разработка эффективных методов выработки управляющих решений с учетом требований безопасности является задачей, решение которой позволит придать дополнительную динамику развитию транспортных процессов.

Проблемы информационного обеспечения морских транспортных процессов судоводительскими методами

Центральным фактором информационного обеспечения МТП в узком смысле является поддержка мероприятий по обеспечению безопасности мореплавания и предотвращению опасных последствий столкновений судов. Безопасность мореплавания – это комплексная многоаспектная проблема, которая решается с использованием разнообразных способов и методов. Методы обеспечения безопасного мореплавания и предотвращения опасных последствий столкновений судов с позиций теории управления и принятия решений по типу решаемых задач можно разделить на две группы: судоводительские и экспертные. Эти группы отображают два подхода – микроскопический и макроскопический или системный.

Судоводительские методы обеспечивают принятие решений на каждом конкретном судне. Они направлены на решение главной задачи МТП – переход судна из порта отхода в порт назначения в кратчайшие сроки при условии соблюдения безопасности людей (экипажа и пассажиров), судна и груза. Выполнение этой задачи основано на использовании судоводителем, главным образом, традиционных методов управления судном, средств навигации, лоции и мореходной астрономии. Судоводительские методы обеспечиваются руководящими и регламентирующими международными и национальными правовыми документами и реализуются с использованием судовых навигационно-информационных и технических средств судовождения. Они в большой степени зависят от личного опыта судоводителя и его психофизиологических особенностей.

Для принятия решения о безопасном расхождении в общем случае необходимы два уровня информации: наличие опасности столкновения, для принятия судоводителем

решения о необходимости действий для безопасного расхождения, и данные для выбора маневра на безопасное расхождение. Принятие решения происходит на основе оперативно-психической модели ситуации (концептуальной модели), формируемой в сознании судоводителя (оператора системы автоматизированного проектирования (САПР) при решении оперативной задачи. Концептуальная модель представляет собой осмысливание судоводителем сложившейся ситуации с учетом стоящих перед ним задач. Взаимодействие судоводителя с информационно-навигационными средствами (радиолокационная станция, САРП) тем эффективнее, чем выше соответствие информационной модели ситуации, отображенной на экране САРП, концептуальной модели судоводителя.

К основным направлениям разработок в области безопасного мореплавания и предотвращения опасных последствий столкновений судов с применением судоводительских методов относятся следующие:

- определение положения судна относительно опасности;
- определение возможностей судна по избеганию опасности;
- совершенствование правил МППСС–72 и тренажерная подготовка судоводителей по решению задачи расхождения судов.

Первое направление занимается определением места судна на акватории с учетом ошибок навигационных измерений, внешних воздействий и параметров движения судна. При этом решаются следующие задачи: обработка результатов измерений навигационных параметров; определение и идентификация ошибок измеряемых параметров; определение фигуры погрешностей положения судна; совершенствование способов обработки потоков навигационной информации. Применяемые методы базируются на использовании теории вероятностей и теории надежности при решении задач судовождения.

Высокая точность и надежность принимаемых решений достигается путем минимизации субъективных ошибок при измерениях и расчетах и более точного использования информации при одновременном уменьшении рабочей нагрузки судоводителя. Известны несколько способов представления информации и соответственно несколько типов информационных моделей: наглядные, абстрактно-знаковые, абстрактно-наглядные, смешанные или комбинированные.

Наглядные информационные модели позволяют оператору САРП формировать образ, близкий к радиальной обстановке. К ним можно отнести радиолокационное изображение на экранах РЛС и маркерных устройств оценки опасности сближения типа ТАМ фирмы Sperry (США) или типа ГАММА. Однако анализ обстановки, определение степени опасности, производство расчетов и принятие окончательного решения полностью ложится на судоводителя, поэтому информационные модели не могут использоваться в качестве основных средств для принятия решения, они используются только в качестве дополнительной информации.

Абстрактно-знаковая модель представляет информацию в отвлеченной форме. Это дает возможность получить высокую точность передачи информации, однако затрудняет создание концептуальной модели. Образ ситуации в этом случае создается на уровне речемыслительных процессов, что увеличивает рабочую нагрузку и вероятность появления субъективных ошибок. К этому типу информационных моделей относятся знаковые табло и формуляры. Существенным недостатком такой информационной модели является трудность перевода системы знаков в наглядный образ. Поэтому такие информационные модели в судовождении применяются также в виде дополнительной информации.

Абстрактно-наглядная или графическая информационная модель дает двойное представление: по отношению к объекту управления информация абстрактна, а по способу представления и виду используемых элементов – наглядна. Информация от РЛС, систем курсоуказания и скорости преобразуется в графическую форму и воспроизводится на экране САРП в виде векторов истинного или относительного движения, точек возможного столкновения, секторов опасных курсов, районов вероятной опасности. Достоинством таких информационных моделей является то, что они позволяют судить о любых признаках

объектов в форме сходной с изображением, это определило их широкое распространение в судовождении.

Примером применения абстрактно-наглядной модели является способ отображения зон опасности, реализованный в САПП CAS 101 и CAS 11 фирмой Sperry (США), который обеспечивает представление информации в виде эллиптических или шестиугольных районов вероятной опасности, используя данные о курсе, скорости, пеленге и дистанции до цели, получаемые от судовой РЛС, лага и курсоуказателя. Форма отображаемого района вероятной опасности зависит от соотношения скоростей цели и судна, а также соотношения безопасной и текущей дистанций, ракурса цели и может описываться, одной или двумя односвязными или одной двусвязной несимметричными областями.

Абстрактно-наглядная информационная модель облегчает анализ складывающейся ситуации и оценку степени опасности целей. Однако при большой интенсивности движения судов представить исход маневрирования в этом случае затруднительно, а иногда невозможно. Кроме того, такая модель не дает представления о дистанции расхождения, не позволяет оценить тенденцию изменения дистанции и запас времени до момента сближения на опасное расстояние, не позволяет оценить степень опасности и произвести отбор наиболее важных с точки зрения опасности столкновения объектов. В этом случае необходимо произвести «проигрывание» маневра. Кроме того, «проигрывание» маневра должно предшествовать маневру возврата к прежним параметрам движения. Условность изображения в сложных ситуациях может приводить к потере наглядности и появлению так называемого «визуального шума».

Второе направление разработок в области безопасного мореплавания – определение возможностей судна по избеганию опасности – занимается разработкой математических моделей движения судна при осуществлении маневров, экспериментальных методов определения маневренных характеристик судов, способов идентификации математических моделей по данным маневренных испытаний, разработкой информации о маневренных характеристиках движения судна и рекомендаций по осуществлению маневров в различных условиях.

Использование моделей и методов определения возможности судна по избеганию опасности, позволяет оценить степень опасности, произвести отбор наиболее важных с точки зрения опасности столкновения объектов и повысить достоверность и обоснованность принятого решения на маневр расхождения. К недостаткам этого направления относятся трудоемкость операций «проигрывания» маневра, особенно при расхождении с несколькими встречными целями. Выполнение маневра требует от судоводителя большого личного опыта и хорошего психофизиологического состояния.

Третье направление занимается совершенствованием Правил предупреждения столкновений судов (МППСС-72) с учетом развития судоходства и появления новых типов судов с целью недопущения и снижения вероятности столкновений судов в море.

Судоводительские методы максимально учитывают обстоятельства движения судна, состояние окружающей среды, формализуют навигационные мероприятия по «проигрыванию» маневра. Их цель – обеспечить выполнение судоводителем основных функций по обеспечению безопасности собственного судна, принятию решения и отработке действий по выполнению маневра последнего момента. Функции судоводителя сводятся в основном к визуальному контролю, наблюдению, общему анализу навигационной обстановки и принятию окончательных решений по управлению судном.

К недостаткам судоводительских методов относятся следующие:

1. Информационная ограниченность – решение вырабатывается на основании навигационных измерений с учетом обстановки в районе, непосредственно примыкающем к дистанции кратчайшего сближения (ДКС) судна. Такой подход не может обеспечить высокий уровень безопасности в сложных условиях мореплавания на акватории с большим скоплением судов.

2. Большая зависимость от технических возможностей навигационно-измерительных приборов – реализация судоводительских методов с учетом ограничений современных навигационных и измерительных приборов в составе информационно-навигационного комплекса (ИНК) судна требует достаточно хорошей видимости в пределах ДКС судна. С другой стороны, увеличивающееся количество измерительных приборов на судне и их возрастающая сложность ведут к повышению нагрузки на судоводителя и предъявляют растущие требования к уровню его компетентности.

3. Высокое влияние человеческого фактора – анализ обстановки, определение степени опасности, производство расчетов и принятие окончательного решения полностью ложится на судоводителя, что требует от него высоких профессиональных навыков, высоких психофизиологических показателей, богатого личного опыта судовождения в различных условиях плавания.

Проблемы информационного обеспечения морских транспортных процессов экспертными методами

Экспертные методы получили развитие в связи с ростом интенсивности судоходства и связанным с нею возрастанием опасности столкновений судов. Невозможность решить проблемы безопасности мореплавания традиционными судоводительскими методами послужили поводом к созданию систем безопасности мореплавания (maritime safety system). Техническими предпосылками использования экспертных систем безопасности мореплавания явились: развитие микроэлектроники и вычислительной техники, расширение технических и технологических возможностей систем слежения и средств отображения, развитие средств информатизации и системного программного обеспечения, использование цифровой обработки и хранения данных, развитие средств телекоммуникации, спутниковой навигации, усовершенствование средств радиолокации. Все это позволило создавать системы, отличающиеся высокой точностью и надежностью.

Термин «система безопасности мореплавания» иногда трактуется широко, включая организационные структуры (например, Международная морская организация – ИМО), нормативные документы (резолюции ИМО), технологические решения (конструкция корпуса судна с двойным дном). Однако, имея в виду сущностное содержание этого термина, к экспертным системам безопасности мореплавания относятся следующие типы систем: системы установления путей (разделения) движения судов; системы управления движением судов (СУДС); глобальная морская система связи при бедствии и для обеспечения безопасности (ГМССБ); системы судовых сообщений. Эти системы предназначены для решения разнообразных задач, например: организация движения судов путем разделения встречных потоков судов в прибрежных водах, радиолокационный контроль и оперативное управление движением судов на подходах к портам, минимизация последствий навигационной аварийности путем содействия проведению спасательных операций, защита наиболее экологически уязвимых морских районов. Макроскопический характер этих систем обуславливается тем, что реализация поставленных перед ними задач обеспечивается на уровне более высоком, чем мостик отдельного судна, когда задействуются и специально созданная береговая инфраструктура, и нормативно-организационное обеспечение, и особое структурирование морских районов.

Введение в действие систем безопасности мореплавания способствовало дальнейшему структурированию поверхности моря, поскольку функционирование таких систем связано с установлением конкретных зон действия, которые имеют определенные географические границы. В настоящее время системы безопасности мореплавания действуют практически во всех районах Мирового океана. Даже в наиболее удаленных от традиционных морских путей районах действуют, как минимум, две таких системы: глобальная система судовых сообщений AMVER и глобальная морская система связи при бедствии и для обеспечения безопасности (морские районы А3 или А4). Зоны действия

разных систем безопасности мореплавания могут перекрываться частично или полностью, в результате судно, следуя в каком-либо районе, может быть одновременно в зонах действия нескольких систем безопасности мореплавания.

Участие судов в системах безопасности мореплавания может быть обязательным или добровольным. В свою очередь, системы могут быть обязательными или для всех судов без исключения, или для судов определенного класса в зависимости, например, от длины, валовой вместимости, типа судна и его национальной принадлежности. Участие судна в любой из этих систем как налагает на судоводителя определенные обязательства, так и предоставляет ему конкретные возможности, связанные с обеспечением безопасности мореплавания. Поэтому еще на этапе планирования рейса судоводитель обязан предусмотреть все возможные ситуации, в которых может оказаться судно в связи с участием в системах безопасности мореплавания.

Главным достоинством экспертных методов является то, что они занимаются проблемами организации безопасного движения судов и обеспечения безопасности мореплавания всех судов комплексно. Они не учитывают деталей действий судоводителя по обеспечению движения конкретного судна, но позволяют рассматривать проблему безопасности судоходства системно. Учитывая, что ответственность за безопасность судна несет судоводитель, экспертные методы рассматриваются в качестве средств дополнительной помощи в судовождении.

Недостатком современных экспертных методов является низкий уровень информатизации и формализации процедур принятия решения, что не позволяет реализовать в полной мере возможности современных вычислительных ресурсов. Как следствие управление в современных экспертных системах требует непосредственного участия оператора в процедуре принятия решений.

Перспективные пути повышения общей безопасности мореплавания

В условиях роста интенсивности морского судоходства и наблюдаемой тенденции увеличения числа смертельных случаев от морских аварий, среди которых одним из самых опасных видов являются столкновения судов, вопросы организации движения судов и обеспечения безопасности судоходства приобретают особое значение. Статистика свидетельствует, что подавляющее большинство аварийных ситуаций на море в той или иной степени связано с негативным влиянием человеческого фактора. Исследования показывают, что высокая доля участия человека в процедуре принятия решения и большая зависимость управления МТП от психофизического состояния судоводителя являются общим недостатком современных систем управления МТП. Причиной этого является несовершенство информационного обеспечения МТП. Поиск новых подходов к организации эффективных информационных систем оказания помощи в судовождении является перспективным путем повышения общей безопасности мореплавания.

Одним из таких путей является использование кодовых методов на базе графов кодовых пересечений (ГКП) представления путевой информации и повышение эффективности использования и доли участия вычислительной техники в процедуре выработки управляющих решений [3]. Построение систем управления движением судов на базе ГКП способно обеспечить выведение человека из основного контура управления при движении в районе с интенсивным судоходством, уменьшает нагрузки на оператора Центра управления системы управления движением судов на подконтрольной акватории и способствует снижению негативного влияния человеческого фактора. Такая система способна существенно повысить безопасность судоходства [4].

Литература

1. Шмидт Ф. Информационные технологии и оптимизация логистических схем // Транспорт и логистика в международной торговле: материалы конф. Таллинн, 2003.

2. Зайцев В. Интернет-маркетинг в международной торговле и на транспорте// Транспорт и логистика в международной торговле: материалы конф. Таллинн, 2003.
3. Борисова Л.Ф. Способ управления движением подвижных объектов: патент на изобретение № 2395122. зарег. 20 июля 2010 г.
4. Борисова Л.Ф. Мобильная система управления движением судов для обеспечения безопасности мореплавания на акватории с интенсивным судоходством: дис. ... канд. техн. наук. Мурманск, 2005. 25 с.