

## ОПТИМИЗАЦИЯ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В СУДОВЫХ КОМПЬЮТЕРНЫХ СЕТЯХ

УДК 004.7

**ЧЁРНЫЙ Сергей Григорьевич**

к.т.н., старший преподаватель кафедры ЭСиАП Керченского государственного морского технологического университета.

**Научные интересы:** информационные технологии в поддержке принятия решения.

**e-mail:** black@kerch.net

### ВВЕДЕНИЕ

Развитие информационных технологий, средств и систем спутниковой связи, реализация цифровых методов передачи данных создали перспективы для дальнейшего совершенствования и расширения возможностей систем подвижной спутниковой связи (СПСС) и их применения в сфере грузоперевозок. Поскольку эта отрасль всегда относилась к стратегическим областям хозяйственной деятельности, контроль за перемещением грузов, определение их местоположения, а также возможность передачи аварийных сигналов при непредвиденных ситуациях имеют огромное значение. В настоящее время имеется характерная тенденция того, что морская индустрия нуждается в широкополосной спутниковой связи [1]. На сегодняшний день перед судоходными компаниями сформированы задачи в областях интеграции навигационных, машинных и других бортовых систем.

### ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ ИЛИ ПРОБЛЕМЫ

Вопросы комплексного мониторинга и повышения уровня безопасности эксплуатации судна, а также предоставления средств связи экипажам для повышения лояльности персонала и снижения текучести квалифицированных кадров. Современные суда снабжены дорогостоящим оборудованием, а технологическая линия широко представлена современными автоматизированными средствами и в зависимости от рацио-

нального и правильного использования такого комплекса автоматизации зависит функциональная работоспособность судна. Заинтересованные диспетчерские службы в настоящее время имеют в своем распоряжении определенные технические средства, позволяющие осуществлять контроль/слежение за передвижением своих объектов. Следует заметить, что существующие средства не являются совершенными и имеют свои характерные проблемные аспекты, которые со временем должны быть устранены. Согласно материалам Европейского космического агентства, потенциальный рынок услуг СПСС в сфере грузоперевозок только в Европе составляет от 100 до 300 тыс. пользователей. Приблизительно 50% абонентов достаточно радиотелефонной связи, тогда как остальные пользователи нуждаются в обмене цифровой информацией, в том числе и короткими сообщениями (материалы International Mobile Satellite Conference, 1995 г.) [1].

Среди зарубежных сетей, ориентированных на транспорт, наиболее популярны системы Inmarsat, OmniTracs, EutelTracs, Prodat и ORBCOMM [1-4]. Оптимальность применения какой либо одной системы по соотношению затрат и качества не выражены в характерных базовых индексных показателях и требует исследование сравнительных/детальных нововведений в программные технологические комплексы.

Ключевой характеристикой СПСС является возможность, а так же точность определения местоположения объекта и передача его координат на диспетчерский

пункт. Первый предусматривает установку у подвижного абонента стандартного навигационного приемника, использующего сигналы глобальной системы спутниковой навигации. Второй (автономный) обеспечивает определение местоположения по собственным сигналам, применяя для вычисления координат многоспутниковую орбитальную группировку. В наше время широкое рассмотрение в мире получили системы радионавигации: Navstar GPS (Global Positioning System) и «Глонасс».

### РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ

**Системы С-диапазона** – традиционно данные системы используются на судах, производящих трансокеанские переходы, где потребность в качественной связи стоит особенно остро. Системы на базе С-диапазона способны обеспечить практически глобальное покрытие (за исключением приполярных районов), но в то же время требуют установки антенны с зеркалом большого диаметра порядка 2,5 м. с обтекателем более 4 м., что требует дополнительного времени на установку системы в порту. Подобные системы сейчас широко применяются на пассажирских лайнерах и других крупнотоннажных судах, где требуется устойчивая спутниковая связь в больших объемах практически во всех районах мирового океана. Типовое предложение операторов связи для этого диапазона обычно включает безлимитный канал передачи данных со скоростями, в отдельных случаях превышающими 4 Мб/сек.

**Системы VSAT KU- диапазона** – Относятся к системам широкополосной спутниковой связи, быстро набирающим популярность на море. В настоящий момент спутниковое покрытие в этом диапазоне обеспечивает активные судоходные пути практически полностью. По сравнению с системами С-диапазона оборудование данных систем имеет меньшие габариты: зеркало от 1 до 1,5 метров в диаметре, вследствие чего система имеет меньшую стоимость и более простой вариант установки. Умеренные габариты антенной системы позволяют применять данное решение на судах различных флотов. Скоростные характеристики, предлагаемые сейчас операторами в Ки-диапазоне, не превышают 4 Мб/сек, но технические возможности данной технологии позволяют работать и наиболее значимых мощностях.

Конструктивные и технологические отличия систем Ku- и С-диапазонов обеспечили высокий потенциал использования Ku-диапазона и VSAT-систем. Согласно аналитическим данным Euroconsult Research Report, в 2009 г. количество VSAT-терминалов на мировом флоте распределялось в следующем отношении: 34 % приходилось на С-диапазон и 66 % - на диапазон Ku [1].

**Системы L-диапазона** – одни из первых спутниковых систем связи на море, имеющиеся в распоряжении экипажей практически каждого морского судна: Globalstar, Inmarsat, Iridium. Зачастую ограничены в пропускной способности спутникового канала, даже несмотря на то что последние модели способны обеспечить скорости близкие к широкополосным (Inmarsat FleetBroadband 500 обеспечивает обмен данными со скоростью до 432 Кб/сек.).

Зоны покрытия у каждой системы свои: Inmarsat, используя геостационарные спутники, покрывает территорию земли до 70-х градусов по широте. И только Iridium, имея у себя на вооружении более 60 низкоорбитальных спутников, является единственной спутниковой системой связи, обеспечивающей 100 %-ное покрытие земной поверхности, в том числе и полярных шапок. Однако следует заметить, что прежде чем руководство судоходной компании подойдет непосредственно к проекту внедрения современных средств связи на суда своего флота, ему следует произвести объективную оценку имеющихся спутниковых систем в отношении «цена - эффективность» с учетом текущих потребностей и нужд, а также перспектив развития на будущее. В ходе такого анализа необходимо определить - во сколько обойдется установка такой системы, каковы ключевые характеристики такого инвестиционного проекта - рентабельность и срок окупаемости, а также позволяют ли такие современные системы оптимизировать бюджет на связь и какова их реальная экономия.

**Система Inmarsat.** Более 80 стран используют спутники и наземные станции на базе технологии Inmarsat, делающие возможными надежный прием и передачу данных для удаленных (стационарных и мобильных) пользователей. Одна из немногих систем, космический сегмент которой полностью соответствует требованиям SARPS (Standards and Recommended Practices) для служб мобильной спутниковой и аэроресвя-

зи (Aeronautical Mobile-Satellite Services, AMSS), разрабатываемых ICAO (International Civil Aviation Organisation). Inmarsat обслуживается несколькими геостационарными спутниками, охватывающими почти всю поверхность земного шара, за исключением околополюсного пространства. В настоящее время реализован переход на спутники нового поколения Inmarsat 3-F3. Терминал Inmarsat-C использует систему навигации NAVSTAR, причем дифференциальная коррекция спутниковых измерений (DGSP) и обработка специальных

сигналов GPS (так называемого P-кода) повышают точность определения местоположения объекта до 1-2 м.[4]. К перечню услуг можно отнести, автоматизированный сбор информации датчиков транспортных средств, определение координат абонента, координация поисково-спасательных работ (за счет передачи специальных сообщений) и отслеживание угона транспортных средств. Обобщенная схема технологического цикла трансляции представлена на рис. 1.

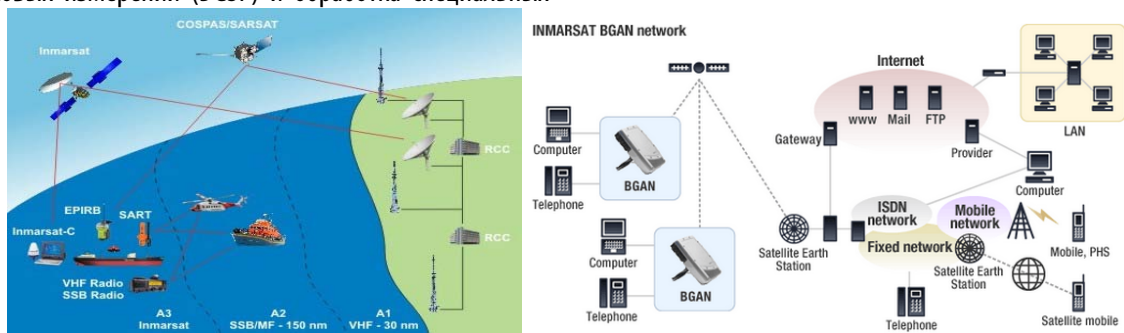


Рисунок 1 – Концептуальная модель системы INMARSAT

Технология FleetBroadband предоставляет возможность одновременной речевой связи и широкополосной передачи данных со скоростью передачи до 432 кбит/сек при передаче по совместно используемому каналу, а также способность по запросу пользователя передавать данные с фиксированными гарантированными скоростями до 256 кбит/сек. Данная система обеспечивает также более современные возможности, такие как использование на море телефонов по стандарту глобальной системы мобильной связи GSM с применением технологии «riso cell».

**Системы OmniTracs и EutelTracs** (рис.2). Системы спутниковой связи OmniTracs (QUALCOMM) и EutelTracs (EUTELSAT) обеспечивают определение местоположения абонента и двусторонний обмен информацией. Организация связи в системах OmniTracs и EutelTracs построена на штатном режиме дежурного приема терминала. После захвата спутникового сигнала передача сообщения происходит в полудуплексном режиме, при этом аппаратура терминала обеспечивает слежение за сигналом земля-спутник. При исчезновении принимаемого сигнала терминал прекращает передачу и возвращается в штатный режим дежурного приема. Сеть OmniTracs обслуживает всю континентальную часть США. Конфигурация сети: космический сегмент

(спутники-ретрансляторы), центр управления системой и подвижные терминалы. Система использует два ствола ретранслятора: один для передачи данных мобильным терминалам, другой - для обратной связи. Управление системой осуществляется центром сетевого администрирования (Network Management Center), который обеспечивает обработку более 4 млн. коротких сообщений в день. Система поддерживает шифрование информации с помощью индивидуальных ключей и авторизованный доступ в систему.

Терминал OmniTracs состоит из трех функциональных блоков: наружного, связанного и дисплейного. В составе связанного блока - приемник наземной навигационной системы LORAN-C, которая используется в сети OmniTracs для определения координат абонента. Дисплей представляет собой блок с 4-строчной ЖК-индикаторной панелью и клавиатурой. Терминал OmniTracs обеспечивает также индикацию времени ожидания сообщения, синхронизацию со спутниковым сигналом и индикацию выходной мощности. EutelTracs используется в Европе, Северной Африке и на Ближнем Востоке. Связь с абонентами устанавливается с помощью спутниковых диспетчерских пунктов. Станция маршрутизации выполняет обработку сообщений и выдает разрешение на установление соединения.

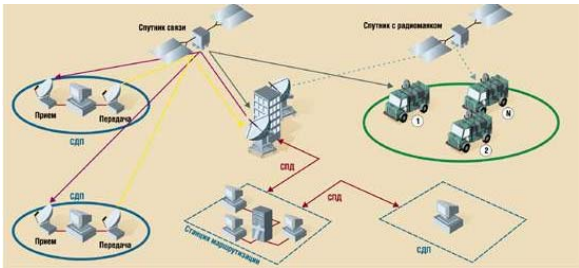


Рисунок 2 – Схема организации диспетчерской связи в системе Euteltracs и OmniTracs

**Система Prodat.** Спутниковая сеть Prodat разрабатывалась Европейским космическим агентством (ЕКА) исключительно как система передачи данных на суше. Решение было принято в соответствии с проведенными ЕКА исследованиями функциональных особенностей мобильных терминалов морского, сухопутного и воздушного базирования. Согласно полученным результатам, ухудшение приема для терминалов разных типов обусловлено физическими факторами: для морских и воздушных терминалов наиболее сильные помехи вызваны многолучевостью, а для наземных - искажениями, связанными с рельефом земной поверхности. Разработка специализированной сети передачи данных для наземного применения позволила ЕКА реализовать протокол передачи данных, минимизирующий в канале спутниковой связи влияние типичных помех, возникающих из-за рельефа местности.

**Система глобальной подвижной связи ORBCOMM.** Система ORBCOMM, предназначенная для пакетной передачи данных, (Orbital Communications) (образована в 1990 г. американской фирмой Orbital Sciences и канадской Teleglobe). В настоящее время Orbital Communications заключила соглашения с поставщиками услуг более чем в 70 странах мира. По охвату зон обслуживания система в полной мере относится к глобальным, поскольку ее космический сегмент обеспечит работу с абонентами из разных стран мира, в том числе из США, Канады, России, ЮАР, Нигерии, а также из стран Южной Америки. В составе бортового оборудования, кроме приемопередающих устройств дециметрового и метрового диапазонов и антенного комплекса, предусмотрена аппаратура радионавигационной системы GPS. Каждая узловая станция в системе ORBCOMM осуществляет связь одного спутника с центрами управления (рис.2). Соединение в ORBCOMM

устанавливается по запросу как пользователя, так и узловой станции. Кроме того, в функции узловой станции входит организация опроса датчиков на необслуживаемых объектах. Согласно расчетам Orbital Sciences, для охвата всей территории США достаточно четырех наземных станций, которые предполагается построить на территории шт. Вашингтон, Аризона, Нью-Йорк и Джорджия (рис. 3).

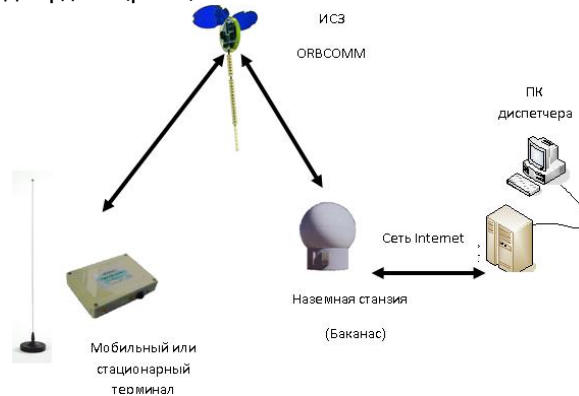


Рисунок 3 – Концептуальная модель ORBCOMM

**Международная спутниковая система КОСПАС-САРСАТ.** Международная спутниковая система "КОСПАС-САРСАТ", предназначенная для обнаружения и определения местоположения судов и самолетов, потерпевших аварию, разработана и создана совместно СССР, США, Канадой и Францией. Географическое положение излучающих аварийных радиомаяков определяется системой автоматически с использованием эффекта Доплера с точностью не хуже 5 км. Доплеровское определение местоположения дает два решения для каждого радиомаяка: истинное и зеркальное относительно наземной проекции трассы спутника. Эта неоднозначность решается путем расчетов, принимая во внимание эффект вращения Земли. Глобальное обслуживание обеспечивается посредством записи в бортовом запоминающем устройстве космического аппарата (КА) информации, получаемой в результате бортовой обработки сигналов радиомаяков. Информация, накопленная в памяти КА, постоянно излучается передатчиком [4]. Прием на СПОИ осуществляется при появлении спутника в ее зоне видимости. Местоположение каждого радиомаяка таким образом может быть определено всеми СПОИ, чем обеспечивается многократная обработка сигналов наземном сегментом. Пропускная способность системы определяется количеством радио-

маяков, находящихся в зоне видимости КА, которые могут быть одновременно обработаны системой.

Аварийные радиомаяки используются: авиационная подвижная служба; радиомаяки устанавливаются на самолетах, вертолетах и других воздушных судах гражданской и военной авиации; морская подвижная служба; радиомаяки устанавливаются на морских, речных грузо-пассажирских и промысловых судах, яхтах и других плавучих средствах; сухопутная подвижная служба; радиомаяки используются на сухопутных транспортных средствах, при проведении геологических, научных, спортивных и других экспедиций.

**Морской VSAT** – технология спутниковой связи применяемая на водном транспорте для организации широкополосного канала связи между судном и берегом. Изначально терминалы VSAT использовались на береговых объектах в качестве фиксированных систем спутниковой связи. Использование специальных моторизованных стабилизированных спутниковых антенн позволило использовать эти терминалы и на подвижных объектах: автомобилях, поездах, кораблях. Центральная земная станция (HUB) в сети спутниковой связи на базе выполняет функции центрального узла и обеспечивает управление работой всей сети, перераспределение её ресурсов, выявление неисправностей, тарификацию услуг сети и сопряжение с наземными линиями связи. Обычно ЦЗС устанавливается в узле сети, на который приходится наибольший трафик [3,4].

Одной из основных проблем, препятствующих широкому распространению VSAT установок на морском флоте было автоматический переход между спутниками во время движения судна, т.к. если в системе Инмарсат этот принцип был заложен изначально (согласно требований Инмарсат к производителям терминалов), то VSAT системы первоначально не планировалось использовать на море и поэтому таких требований к производителям терминалов не предъявлялось. Производители стабилизированных антенн, с функциями слежения долгое время производили антенны не согласованно с ведущими производителями VSAT платформ. Зачастую для дополнительного резервирования несколько систем объединяют в одну, так называемую, гибридную систему. В её состав могут входить сразу три независимые спутниковые системы связи с различными функциональными и ценовыми характе-

ристиками: морской VSAT, Инмарсат, Иридиум. В случае, когда судно находится в зоне действия VSAT-системы она используется как основная, с расширенным функционалом, предоставляя доступ к сети всему экипажу. В случае выхода судна из зоны действия VSAT-системы, специальный блок управления переключает сеть на систему Инмарсат или Иридиум и ограничивает доступ к сети не приоритетным пользователям, оставляя возможность обмена данными с берегом высшему командному составу.

Использование данных технологий широко может применяться для системы морского мониторинга, которая должна обеспечивать выполнение следующих функций: сбор, обработка, анализ, хранение и передача информации о местоположении, обобщенных параметрах состояния безопасности судов, их маршрутах, навигационных параметрах, сведения о среде и районе следования; информационную поддержку работ, выполняемых в целях подготовки и реализации мер по обеспечению безопасного функционирования судов, предупреждению и локализации опасных/экстренных ситуаций, а также ликвидации их последствий; подготовка комплексных моделей опасных/экстренных ситуаций в отношении судов и оценка их возможных последствий; прогнозирование угроз судам и динамики изменения состояния их защищенности под влиянием природных, техногенных и других факторов; ведение информационных баз данных/знаний для обеспечения поддержки принятия и реализации управленческих решений по защите судов; предоставление в установленном порядке информационных ресурсов системы мониторинга, обеспечение защиты этих ресурсов от несанкционированного доступа; формирование единого информационного пространства системы мониторинга на основе унификации и совместимости информационных, программных и аппаратных средств.

### ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ И ВЫВОДЫ

Осуществлен сравнительный анализ средств спутниковой связи в аспектах реализации компьютерной сети корабля. Рассмотрены позиции мониторинговых точек в локациях служб. Отмечено, что для морских компаний вопрос модернизации систем коммуникации достаточно актуален, т.к. для сохранения и повышения экономических показателей требуется значительное



использование средств коммуникации. Выбирая определенную систему связи для судна, следует выполнить предварительный анализ, включающий оценку текущих расходов на связь, требуемый функционал и сроки окупаемости оборудования. Потенциал имеющихся систем удовлетворяет нуждам судовладельца, экипаж судна свободно укладывается в выделяемый бюджет, не планируется внедрения современных бизнес-приложений, то модернизация систем может быть проведена в рамках установки одной из систем L-диапазона. При условии превышения расходов свыше 1,5 тыс.\$, экономическая эффективность имеющейся

системы низка, экипаж ограничен выделенным бюджетом в свободе обмена информацией между судном и офисом, намечается внедрение новых приложений или требований, призванных повысить эффективность управления судном, и тогда следует рассмотреть вариант установки системы VSAT Ku-диапазона. Использование современных систем широкополосной связи поможет сократить расходы на передачу данных и телефонию, зафиксировать расходы судовой компании на услуги связи в заданных рамках, а также значительно улучшить средства коммуникации на судах.

#### ЛИТЕРАТУРА:

1. Maritime services. – Режим доступа: <http://www.inmarsat.com/Services/Maritime/> Заголовок с экрана.
2. Гепко И. А. Современные беспроводные сети: состояние и перспективы развития / И. А. Гепко, В. Ф. Олейник, Ю. Д. Чайка. – К.: ЕКМО, 2009.
3. Олифер В. Г. Компьютерные сети / В. Г. Олифер, Н. А. Олифер. – СПб.: Питер, 2003. – 864 с.
4. Текущее состояние и перспективы развития системы подвижной спутниковой связи Инмарсат в России [Электронный ресурс]: журнала Navigation & Communication №2 (2010). - <http://ncmagazine.ru/index.php?page=rossijskij-segment-inmarsat>