Некоммерческое акционерное общество
«АЛМАТИНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ЭНЕРГЕТИКИ И СВЯЗИ ИМ. ГУМАРБЕКА ДАУКЕЕВА»
Кафедра «Космическая техника и технологии»

«ДОПУЩЕН К ЗАЩИТЕ»
Зав.кафедрой PhD, доцент
Алипбаев К.А.
_____
(подпись)
«___» _____2020 г.

ДИПЛОМНАЯ РАБОТА

На тему: Система спутниковой связи с гиро-стабилизацией

Специальность Космическая техника и технологии

Выполнила Кабдушева А.Б. Группа КТТ-16-1

Научный руководитель доцент, PhD Алипбаев К.А.

_____ «___» _____2020 г.
(подпись)

Консультанты:

по экономической части: к.э.н., профессор, Ибришев Н.Н.

_____ «___» _____2020 г.
(подпись)

по безопасности жизнедеятельности: старший преподаватель, Тыщенко Е.М.

_____ «___» _____2020 г.
(подпись)

нормоконтролер: PhD, доцент, Алипбаев К.А.

_____ «____» _____2020 г.
(подпись)

Рецензент: к.т.н., доцент, Инчин А.С.

_____ «____» _____2020г.

Алматы 2020

Министерство образования и науки Республики Казахстан
Некоммерческое АО «Алматинский университет энергетики и связи»
Институт космической инженерии и телекоммуникаций
Кафедра «Космической техники и технологий»

«УТВЕРЖДАЮ»

Заведующий кафедрой КТТ

_____ Алипбаев К.А.

«___ »_____2020 г.

ЗАДАНИЕ
на выполнение дипломного проекта
по специальности 5В074600 – Космическая техника и технологии

студентке группы КТТ–16–1 Кабдушевой А.Б.

Тема дипломного проекта: *Система спутниковой связи с гиро-стабилизацией*

Гиро-тұрақты жерсеріктік байланыс жүйесі

Gyro-stabilized satellite communication system

Утверждена *Приказом ректора университета № от 2020 г.*

Срок сдачи законченного дипломного проекта *«___» мая 2020 г.*

Содержание дипломного проекта должно состоять из введения, основной части, экономической части, части ОБЖ, заключения, списка использованных источников.

Задание выдал научный руководитель, зав.каф, PhD Алипбаев К.А.
«___» _____ 2020 г.

Аңдатпа

Бұл дипломдық жұмыс «Гиро-тұрақты жерсеріктік байланыс жүйесі» тақырыбына арналған. Жұмыстың құрылымы 5 бөлімнен тұрады, оның ішінде экономикалық бөлім және тіршілік қауіпсіздігі бөлімі, сонымен қатар қорытынды мен пайдаланылған әдебиеттер тізімі бар. Дипломдық жұмыста 12 кесте, 21 сурет, 21 әдебиет көзі көрсетілген. Жұмыстың көлемі – 67 бет.

Дипломдық жұмыста Каспий теңізіндегі кемеде VSAT технологиясын қолдана отырып, спутниктік байланысты ұйымдастыру туралы техникалық шешім құрастырылды. Талаптарға сай қажетті жабдықтар таңдалынды. Гиро-тұрақты жерсеріктік байланыс жүйесін енгізу бойынша жобаның жалпы құны есептелінді.

Аннотация

Данная дипломная работа посвящена теме «Система спутниковой связи с гиро-стабилизацией». Структура работы состоит из 5 разделов, в том числе экономическая часть и часть безопасности жизнедеятельности, а также включает заключение и список литературы. В дипломной работе представлены 12 таблиц, 21 рисунков, 21 источников литературы. Объем дипломной работы – 67 страниц.

В дипломной работе для судна в море Каспий было сделано решение по организации спутниковой связи с использованием технологии VSAT. Подобрано оборудование, удовлетворяющее требованиям. Рассчитана полная стоимость проекта по внедрению системы спутниковой связи с гиро-стабилизацией.

Abstract

This thesis is devoted to the topic "Satellite communications system with gyro-stabilization". The structure of the work consists of 5 sections, including the economic part and the life safety part, and also includes a conclusion and a list of references. The thesis presents 12 tables, 21 figures, 21 sources of literature. The volume of the thesis is 67 pages.

In the thesis for a ship in the Caspian Sea, a decision was made to organize satellite communications using VSAT technology. Selected equipment that meets the requirements. The total cost of the project for the implementation of a satellite communications system with gyro-stabilization was calculated.

Содержание

Введение 5
1. Обзор существующих систем морской спутниковой связи 6
1.1. Морская мобильная спутниковая служба (MMSS) 6
1.2. Инмарсат 11
1.3. Рынок морской VSAT 14
1.4. Обзор спутниковой системы связи в Казахстане 17
2. Морской VSAT 24
2.1. Описание и принцип работы технологии VSAT 24
2.2. Состав морской системы спутниковой связи VSAT 27
2.3. Архитектура спутниковой системы 31
3. Технические аспекты реализации системы спутниковой связи с гиро-стабилизацией 34
3.1. Основные оборудования 34
3.2. Спутниковый GPS-компас для судна 38
3.3. Схема организации 41
3.4. Расчет бюджета канала связи 42
4. Экономические аспекты внедрения системы спутниковой связи с гиро-стабилизацией 47
4.1. Капитальные вложения 47
4.2. Расчет стоимости проекта системы спутниковой связи с гиро-стабилизацией 49
4.3. Прибыль от реализации оборудования 55
5. Безопасность жизнедеятельности 58
5.1. Молниезащита зданий 58
5.2. Расчет зоны защиты одиночного стержневого молниеотвода 60
Заключение 64
Список литературы 66

Введение

Актуальность дипломной работы заключается в том, что она освещает некоторые методы решения проблемы обеспечения спутниковой связью подвижных объектов, таких как морские суда, поезда, автомобили и т.д.

Объект исследования – система спутниковой связи с гиро-стабилизацией на судне.

Предмет исследования – особенности организации спутниковой связи на подвижном объекте, в частности, на судне.

Работникам морских судов, например, в месторождении Кашаган необходима ежедневная коммуникация с близкими людьми, не говоря уже о различных приложениях, применяемых при рабочем процессе, предоставляемыми услугами Интернета и связи.

Цель дипломной работы – представление технического решения по организации спутниковой связи на морском судне.

Задача дипломной работы – рассмотрение возможностей и особенностей системы спутниковой связи с гиро-стабилизацией VSAT.

В первой главе проводится обзор существующих систем спутниковой связи на море, конкретно, морская мобильная спутниковая служба (Inmarsat, Iridium, Thuraya), а также изучается рынок VSAT. Кроме того, здесь же рассматриваются компании, обеспечивающие спутниковую связь в Казахстане. Предоставляющими доступ к спутниковой связи в стране являются космические аппараты серии «KazSat», в этой главе приводятся их технические характеристики и сведения о центре управления космической связью, в деятельность, которого входит управление спутниками и услуги по предоставлению транспондерной емкости космических аппаратов серии «KazSat».

Вторая глава посвящена описанию принципа работы, конфигурации VSAT, на основе которого в дальнейшем будет создано техническое решение по организации системы спутниковой связи с гиро-стабилизацией на море. Также здесь рассматривается состав оборудования, устанавливаемый на самом судне.

В третьей главе отражаются основные результаты дипломной работы: приводятся чертежи и схемы, основные оборудования по построению спутниковой связи на море и их пояснение.

В экономической части рассчитывается полная стоимость проекта по внедрению системы спутниковой связи с гиро-стабилизацией, и доход от реализации оборудования.

В дипломной работе также рассматривается раздел безопасности жизнедеятельности, в котором проводится расчет зоны защиты одиночного стержневого молниеотвода.

1. Обзор существующих систем морской спутниковой связи

Совершенствование современных космических технологий позволило операторам покрыть почти всю земную поверхность качественной спутниковой связью. Причем речь идет не только о простом телефонном разговоре и передаче текстовых сообщений, но и регулярном пользовании интернетом.

Вне зависимости от вида и предназначения судна, система поможет решить такие вопросы:

- Безопасность: передача сигнала SOS, вызов береговой охраны или сообщение о нападении;
- Быстрый доступ к навигационной информации, прогнозу погоды и специальным предупреждениям;
- Возможность непрерывной связи с центральным офисом.

1.1. Морская мобильная спутниковая служба (MMSS)

Коммерческие системы морской мобильной спутниковой связи (MMSC) предназначены для очень больших и средних океанских судов, пассажирских крейсеров, небольших прибрежных и речных судов, рыбацких лодок, прогулочных яхт и спасательных лодок. Эти системы также доступны для военно-морских судов, морских буровых установок и платформ, включая любые виды береговой и морской инфраструктуры.

Система MMSC является преемником традиционной системы радиосвязи на море, которая в течение почти столетия была очень успешной на коммерческой и бедственной сцене на море. Фактически, крупнейшим оператором MSS для MMSC является Inmarsat, в то время как другими глобальными, региональными или локальными системами GEO или Non-GEO, обеспечивающими MMSC, являются Iridium, Globalstar, Optus, Emsat, Thuraya, MSAT, AMSC, N-Star, Orbcomm, Leo One и другие, которые представили свои собственные MMSS.

MMSS - это услуга, при которой подвижные земные станции (MES) находится на борту торговых или военных кораблей, других плавучих объектов, буровых установок или морских сооружений, судов на воздушной подушке и / или станций спасательных средств, обеспечивающих коммерческую, логистическую, тактическую, оборонную и безопасную связь. К тому же, специальный терминал морского аварийный радиобуя и авиационного аварийного радиомаяка (EPIRB), переносные или стационарные станции на борту судов, также могут участвовать в этой услуге. EPIRB - это специальная земная станция в системе MMSS, излучение которой

предназначено для облегчения срочной работы по поиску и спасению (SAR) для судов, терпящих бедствие, для морских применений.

Услуга MMSS обеспечивает мобильную спутниковую связь между береговой земной станцией (CES) и судовой земной станцией (SES), между двумя или более SES и / или между ассоциированными кораблями и другими станциями спутниковой связи во всех местах на море или в портах.

Судовая земная станция (SES) - это мобильная земная станция в системе MMSS, способная перемещаться по поверхности моря в географических пределах страны или континента. В отличие от обычной морской связи, судно, оснащенное SES в порту или рядом с ним, может работать с CES или другими SES в случае бедствия и коммерческих операций.

Береговая земная станция (CES) - это морская земная станция, расположенная в определенной фиксированной точке на побережье для обеспечения фидерной линии для MMSS. Судовая земная устанавливается на борту судов или других плавучих объектов, которая может обеспечить связь с абонентами на суше через CES и космический корабль связи. Служба радиосвязи и оповещения судна на месте происшествия выполняет службу бедствия и безопасности в MMSS между одной или несколькими SES и CES, или между двумя или более близлежащими SES, в которых предупреждающие сообщения полезны для тех, кто связан с движением и положением судов и терпящих бедствие судов.

Во многих отношениях мобильные спутниковые антенны, доступные в настоящее время для приложений MSC, представляют собой самые слабые звенья системы. Если мобильная антенна имеет высокий коэффициент усиления, она должна отслеживать спутник, следуя как мобильным, так и спутниковым орбитальным движениям. Таким образом, иногда это сложно и дорого синхронизировать. Поэтому, если автомобильная антенна имеет низкое усиление, ей не нужно выполнять отслеживание, но пропускная способность линии связи ограничена.

В целом, согласно направлению передачи, существует три типа мобильных спутниковых антенн (MSA):

1) передача и прием или так называемая приемопередача, как часть всех типов MES;

2) только прием является частью специального приемника Inmarsat EGC;

3) только передача встроена в спутниковые маяковые антенны для морских, наземных и авиационных применений.

Inmarsat, Eutelsat, ESA, Cospas-Sarsat, Iridium, Globalstar, ICO и другие нынешние и будущие провайдеры подвижной спутниковой связи GEO и Non-GEO провели исследования по всем сегментам сети, включая различные типы MSA, а также их дальнейшее развитие и усовершенствования.

Различные типы судовых спутниковых антенных систем были разработаны для установки на борту океанских и внутренних парусных судов, на морских платформах и в других морских инфраструктурах. В целом, эти антенны должны иметь прочную и крепкую конструкцию с соответствующими механическими и электрическими характеристиками.

Inmarsat-A SES является наследником первого поколения Marisat, аналогичного SES, и был первым стандартом Inmarsat, действующим в MMSC. Фактически, этот аналоговый стандарт был запущен в 1982 году с использованием приемопередающей антенной системы Inmarsat standard-A, известной как Above Deck Equipment (ADE). В то же время Inmarsat-C и EGC были разработаны с небольшими всенаправленными антеннами. Кроме того, цифровой стандарт Inmarsat-B начал использоваться на судах в конце 1993 года, используя спутники Inmarsat второго поколения. Этот стандарт, совместимый с Inmarsat-A, использует те же характеристики антенны. После использования более мощных спутниковых группировок система Inmarsat разработала стандарты Inmarsat-M, mini-M и D + со специальными бортовыми антенными системами.

Все вышеупомянутые MSA являются приемопередающими антеннами, за исключением приемника Inmarsat-EGC, который также может использовать приемную антенну.

В то же время Inmarsat разработал спутник EPIRB L-диапазона Inmarsat-E со встроенной передающей антенной, имеющей форму или полусферический луч, с номинальным усилением 0 дБ.

С другой стороны, система Cospas-Sarsat разработала судовой EPIRB с небольшими встроенными антеннами VHF и UHF. Таким образом, надежные MSA с дополнительными системными функциями, совместимыми с работой на судах для Inmarsat, Iridium, Globalstar и других систем, и компактные антенны для небольших спасательных шлюпок являются одними из самых привлекательных требований для разработчиков антенн в будущем.

Globalstar

Globalstar - это спутниковая цифровая телекоммуникационная система LEO, которая предлагает беспроводной телефон и другие телекоммуникационные услуги по всему миру, начиная с конца прошлого века. Система связи предназначена для предоставления по всему миру цифровой четкой передачи голоса, данных и факсимильных сообщений портативным, мобильным и стационарным пользовательским терминалам. Система Globalstar имеет созвездие из 48 спутников в 8 плоскостях, по 6 спутников на плоскость, наклоненных под углом 52 ° к экватору на высоте 1414 км LEO и 4 запасных орбитальных мест, припаркованных на более низкой высоте. Инфраструктура глобальной мобильной спутниковой связи (GMSC) Globalstar обеспечивает покрытие из любой точки земной

поверхности в любую другую точку мира с помощью нескольких перекрывающихся спутниковых лучей, исключая обе полярные области. Система Globalstar состоит из трех основных сегментов, таких как: космический, наземный и пользовательский сегменты, включая наземную сеть, как показано на рисунке 2.1 [1].

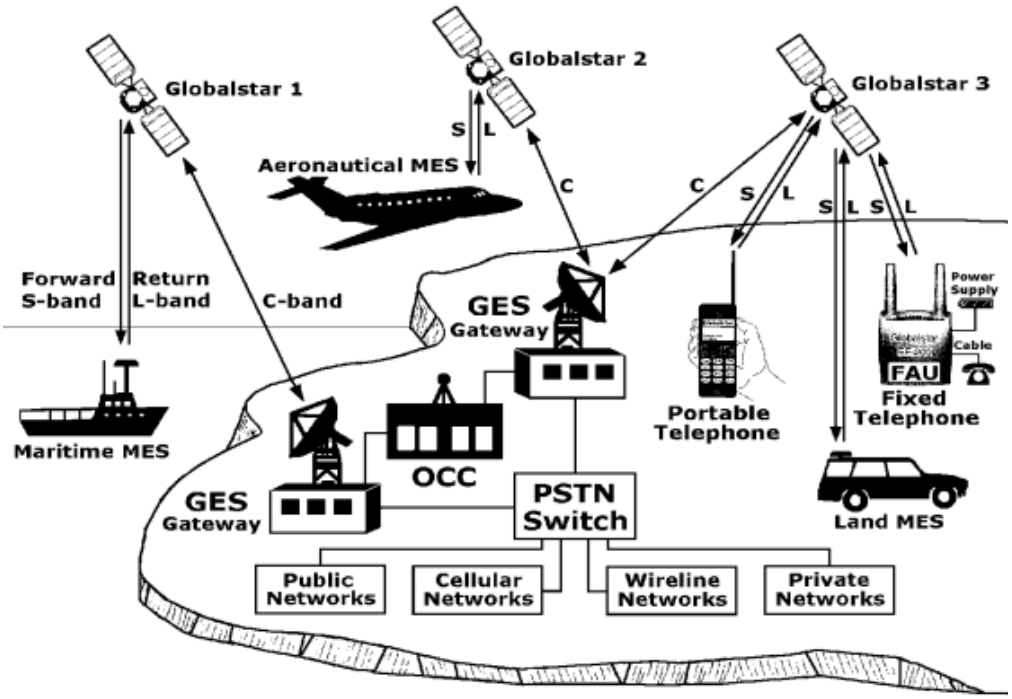


Рисунок 1.1. Сеть глобальной мобильной спутниковой связи Globalstar

Спутник связи Globalstar - это простой недорогой спутник, разработанный для минимизации затрат на спутники и затрат на запуск.

Globalstar включает морские терминалы MES, переносные и стационарные, с оборудованием ADE и BDE. Здесь использовался морской радиотелефон ICS550, продукт компаний ICS и Telit. Это оборудование предназначено для морских судов всех размеров для работы в любом месте в пределах зоны покрытия спутника Globalstar с возможностью переключения при необходимости на сотовые телефонные сети GSM в непосредственной близости от побережья. В противном случае ручной терминал Telital SAT550 может быть удален как часть MES для использования на берегу.

Iridium

Система Iridium - это спутниковая сеть, предназначенная для предоставления глобальных персональных и мобильных услуг в области голосовой связи, факсимильной связи и передачи данных, в то время как возможности GPS находятся в стадии разработки. С полным охватом Земли, включая полярные регионы, подвижная спутниковая связь (ПСС) Iridium обеспечивает необходимый доступ в отдаленные или сельские районы и из них, где нет другой формы связи.

Спутники находятся на околополярной орбите на высоте 780 км. Они окружают Землю один раз каждые 100 минут, путешествуя со скоростью 26 856 км / ч. Спутниковое созвездие Iridium состоит из 66 действующих спутников и 14 запасных орбит, находящихся в созвездии шести полярных плоскостей. Система Iridium состоит из трех основных компонентов: спутниковой сети, наземной сети и абонентских устройств Iridium, включая телефоны и пейджеры, как показано на рисунке 2.2.

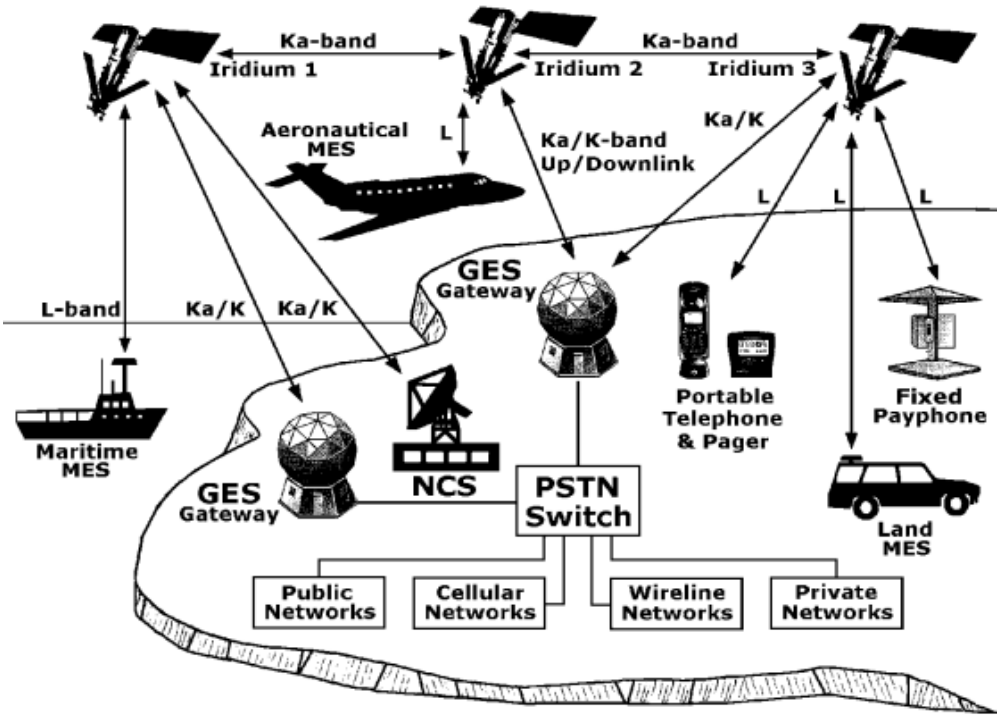


Рисунок 1.2. Сеть глобальной мобильной спутниковой связи Iridium

Мобильные терминалы - Iridium предлагает три типа терминалов MSC, аналогичных системам Inmarsat и Globalstar, среди которых есть морские терминалы MES переносные и стационарные с оборудованием ADE и BDE.

На рисунке 2.3. показан морской фиксированный терминал SC4000 Sailor Iridium, разработанный S.P Radio A / S из Дании. Это устройство обеспечивает одноканальную передачу голоса / данных со скоростью модуляции O-QPSK 2,4 Кбит / с, может быть установлено на борту судна с одной внешней спиральной всенаправленной антенной и подключено к телефонной трубке Tel, Tel / PBX, данным RS232 и информации о местоположении. NMEA183. Та же модель имеет возможность многоканального обслуживания, обеспечивая 4 канала со скоростью модуляции O-QPSK 2,4 Кбит / с, с 4 отдельными спиральными всенаправленными антеннами и одинаковыми интерфейсными решениями. Японская компания Kyocera предлагает Iridium модель IM-S100 Maritime Phone с возможностью использовать его на борту различных типов кораблей.

Это одноканальный приемопередающий блок с внешней спиральной всенаправленной антенной, возможностью подключения двух трубок и возможностью использования и зарядки одноканальной модели Kyocera SS-66K от Iridium [1].

Рисунок 1.3. Фиксированный терминал Sailor Iridium SC4000

1.2. Инмарсат

Инмарсат (первоначальное название — Международная организация морской спутниковой связи Инмарсат (International Maritime Satellite Organization Inmarsat)) был создан 16 июля 1979 года по инициативе Международной Морской Организации (ИМО) и изначально имел статус межгосударственной организации.

Главная цель создания Инмарсат заключалась в обеспечении морских судов надежной связью, в первую очередь для повышения безопасности мореплавания, в том числе передачи сигналов о бедствии, оперативного взаимодействия с другими судами и береговыми службами, связи членов экипажа и пассажиров судна с берегом. Одна из задач создания Инмарсат – обеспечить функционирование системы морской спутниковой связи в соответствии с требованиями ГМССБ – глобальной морской системы связи при бедствиях.

Компания Инмарсат имеет и использует одну из самых крупных в мире сетей спутниковой связи. Данная сеть включает группировку из четырнадцати спутников на геостационарной орбите на удалении около 36000 километров от земли, а также спутники Инмарсат-4 (I-4), запущенные в 2005 и 2008 годах и

спутники Инмарсат-5 (I-5), запущенные в 2013-2015 годах. Коммерческая эксплуатация спутников I-4 и I-5 рассчитана на 15 лет.

Три спутника I-4 выведенных на орбиту обеспечивают глобальный охват широкополосной связью, за исключением самых крайних полярных регионов.

Каждый спутник I-4 выпускает сотни высокомощных сфокусированных лучей, которые могут быть оперативно сконфигурированы так, чтобы предоставлять необходимую пропускную способность сети в районах повышенного спроса на услуги.

Спутники Inmarsat 5 поколения - Inmarsat Global Xpress (GX) – это глобальная спутниковая сеть, созданная компанией Inmarsat, с высокоскоростным широкополосным доступом. Архитектура сети GX состоит из трех геостационарных спутников нового поколения – Inmarsat-5, которые работают в Ка-диапазоне и наземного сегмента, включающего в себя шесть станций. Каждый из спутников обслуживается двумя полностью дублированными наземными станциями, что обеспечивает высокий уровень надежности сети. Каждый спутник сети GX формирует 89 фиксированных точечных лучей в Ка-диапазоне, что дает возможность пользователям с компактными терминалами к (60-80 см) высокоскоростной (до 50 Мбит/с - downlink и 5 Мбит/с - uplink) передаче данных, телефонии, доступа в Интернет на суше, море и в воздухе.

В своей деятельности Инмарсат тесно сотрудничает с общепризнанными международными организациями – Международный союз электросвязи (ITU), Международная морская организация (IMO), Международная организация гражданской авиации (ICAO), Международная организация подвижной спутниковой связи (IMSO), Международная гидрографическая организация (IHO), Всемирная метеорологическая организация (WMO) и другие.

Сегодня Инмарсат – виднейший провайдер услуг подвижной спутниковой связи, предоставляющий своим абонентам телефонную и факсимильную связь, передачу данных как на море, так и на земле и в воздухе.

Система подвижной спутниковой связи Инмарсат

Работа системы Инмарсат осуществляется в диапазонах частот, отведенных Международным союзом электросвязи на первичной основе для подвижной спутниковой службы.

Для соединения с абонентскими терминалами используется L-диапазон частот, в том числе:

- направление «Земля — спутник» 1626,5-1660,5 МГц;
- направление «спутник – Земля» 1525,0-1559,0 МГц.

Работа фидерных линий осуществляется в С-диапазоне:

- направление «Земля — спутник» 6425-6450 МГц;

– направление «спутник — Земля» 3600-3623 (3600-3630) МГц.

По своей структуре система Инмарсат содержит:

– космический сегмент, включающий рабочие и запасные геостационарные космические аппараты (КА);
– наземный сегмент, в составе которого имеются технические средства приема, обработки и передачи информации – береговые земные станции, кроме того средства управления и контроля функционирования сети в целом;
– абонентские спутниковые станции и терминалы: мобильные (морской/речной, железнодорожный, автомобильный, воздушный и др. виды транспорта), носимые и стационарные спутниковые терминалы.

Спутниковая группировка в настоящее время состоит из 14 геостационарных спутников и является собственностью Инмарсат.

Наземный сегмент включает в себя:

1. Средства контроля и управления спутниковой группировкой:
   – центры управления спутниками (Satellite Control Centre – SCC), основной и резервный;
   – командно-измерительные станции (TT&C Station), размещенные в разных географических районах, в составе которых есть – КИС «Каштан» (Московская область) – в Российской Федерации.
2. Средства контроля и управления системой:
   – центр управления сетью (Network Operation Centre – NOC), основной и резервный. NOC отвечает за функционирование системы Инмарсат в целом.

Центр управления сетью (NOC)

– координирующие станции сети (Network Coordination Station — NCS). NCS контролируют и обеспечивают работу сети земных станций;
– спутниковые станции сопряжения (Satellite Access Stations — SAS) и центры коммутации сети (GSPS Services Gateway). SAS обеспечивают функционирование сервисов ШПД и персональной голосовой связи.

3. Береговые земные станции:

Береговые земные станции (Land Earth Station – LES) также принадлежат национальным операторам сети Инмарсат и предоставляют коммутацию абонентских терминалов с наземными сетями связи (PSTN, Интернет, X-25, Телекс). LES создают условия для работы сервисов, предоставляемых через спутники Инмарсат 3 поколения. На текущий момент функционируют около 20 LES, размещенных в разных географических районах, в том числе две из

них – БЗС «Нудоль» (Московская обл.) и БЗС «Находка» (Приморский край) – в Российской Федерации.

Оператором российских БЗС «Нудоль» и «Находка» является ФГУП «Морсвязьспутник».

Система Инмарсат – это семейство стандартов и систем (подсистем), которые используют одни и те же спутники, и как правило общие береговые земные станции, однако спутниковые терминалы существенно различаются по выполняемым функциям, конструкции и техническим параметрам.

Сейчас в системе Инмарсат функционируют терминалы, которые обеспечивают абонентам как сервисы, не требующие высоких скоростей обмена информацией (удаленный мониторинг местоположения, M2M решения, обмен короткими сообщениями и др.), так и современные сервисы, гарантирующие высококачественную телефонную связь, передачу видеоинформации в реальном масштабе времени, работу в IP-сетях на скоростях до 0,5 Мбит/с [4].

1.3. Рынок морской VSAT

Многочисленные провайдеры VSAT устремляются в морской мир. На рынке, где когда-то доминировал Инмарсат, широкополосная связь с фиксированной ценой значительно расширяет возможности рынков коммерческих перевозок. Конкуренция быстро усиливается, так как новые игроки, такие как Speedcast, Singtel, KVH Industries, Orange Business Services, Satlynx, Hughes Network Systems, Intelsat, Ship Equip, Globecomm, Caprock и Norsat, стремятся к созданию коммерческих провайдеров VSAT, таких как Inmarsat, Radio Holland, Vizada. Globe Wireless и т.д.

При анализе рынка, можно заметить, что рынок коммерческих перевозок обладает огромным потенциалом. С более чем 50 000 судов, относительно низким уровнем проникновения VSAT и растущими потребностями в фиксированной цене широкополосной связи в море использование VSAT, вероятно, значительно возрастет.

Несмотря на прибыльный потенциал этого рынка, у тех компании, которые стремятся получить значительную долю этого рынка, могут столкнуться и с некоторыми сложностями.

Рынок контейнеровозов с 20 компаниями, контролирующих 70 процентов судов, за завоевание клиентов в этом сегменте приложит экстремальные усилия, так как дюжина и более провайдеров соперничают за бизнес крупнейших владельцев флота, в то время как Inmarsat и другие провайдеры пытаются удержать свою долю рынка. Так, Inmarsat предлагает FleetBroadband огромные скидки для своих крупнейших клиентов по ценам, значительно ниже их ожидаемых цен.

Те компании, которые рассчитывают получить 5-процентную долю этого рынка и чьи прогнозы основаны на продаже пропускной способности и оборудования, скорее всего, станут жертвами неизбежной консолидации поставщиков. Очевидно, что для успешной конкуренции с Inmarsat и другими компаниями потребуется четкое понимание потребностей каждого отдельного клиента и способность дифференцировать продукт и услугу.

Высокосегментированная отрасль

Судоходное сообщество, как известно, отрасль неоднородная. Оно представляет собой совокупность многочисленных сегментов, которые не могут быть проданы как универсальное решение. Каждый отдельный сегмент отличается друг от друга и различается в своих коммуникационных потребностях в зависимости от перевозимого ими груза, нормативных вопросов и уровня сложности корпоративного управления информационными технологиями (ИТ).

Например, к перевозчикам опасных грузов, таких как нефть и химикаты, предъявляются очень строгие требования безопасности и эксплуатационные требования, которые порождают острую потребность в сборе, передаче и анализе данных, контролирующих работу судна. Поскольку нефтяные компании используют эти данные для оценки танкерных компаний по чартерным контрактам, необходимость знать, насколько хорошо флот соответствует требуемым стандартам, становится проблемой приобретения бизнеса. В этом случае VSAT становится идеальной средой для передачи данных на берег, позволяя руководству отслеживать, анализировать и улучшать соответствие судна нормативным стандартам.

На перевозчиках рефрижераторных грузов, DSL используется для передачи критической информации о температуре на центральный сервер, где она может передаваться владельцам грузов, чтобы показать, что температура поддерживалась на должном уровне во время перевозки.

Понимание таких различных требований между отраслевыми сегментами становится основой для успешной продажи с высокой рентабельностью, основанной на решениях, а не на традиционной стратегии продаж VSAT, предлагающей типовые решения по низкой цене.

Кроме того, судоходная отрасль - в целом - как правило, не знакома с множеством потенциальных приложений для экономии средств, которые могут поддерживаться VSAT с фиксированной ценой, а также с программным обеспечением и средствами управления ИТ, необходимыми для управления ресурсами на борту судна.

ИТ-отделы большинства грузоперевозчиков обычно ограничивают использование услуг передачи данных из-за высокой стоимости платных услуг Inmarsat и, следовательно, не знакомы с потенциальными преимуществами и техническими проблемами, связанными с установкой фиксированной цены.

Широкополосный сервис.

Когда сталкиваются с предложением VSAT, ИТ-менеджеры по отгрузке обычно отмечают, что их текущее использование данных составляет менее 100 мегабайт в месяц на одно судно по цене 1000 долларов в месяц или меньше [5].

Таким образом, способность менеджера по продажам построить жизнеспособный экономический аргумент, основанный на потенциальной экономии средств, возможной благодаря новым VSAT-зависимым программным средствам и приложениям передачи данных, абсолютно необходима для совершения продажи.

Например, одно из многих потенциальных экономических преимуществ VSAT связано с растущей популярностью обновлений электронных карт. В настоящее время Chartco, ведущий поставщик услуг, предлагает обновления электронных карт через Inmarsat по фиксированной ежемесячной стоимости. Однако, для получения услуги каждое судно должно быть оснащено декодером стоимостью 4000 долларов. Установка VSAT устраняет необходимость в декодере, что приводит к значительной экономии.

VSAT с фиксированной ценой облегчает автоматическую загрузку данных о ветрах и течениях. Новые программы оптимизации топлива Sperry Marine могут сэкономить десятки тысяч долларов на расходах на топливо на перевозку.

Использование VSAT облегчает неограниченную передачу фотографий для поддержки операций по техническому обслуживанию и закупкам, тем самым устраняя необходимость в обширном описательном тексте в отчетах. С помощью фотографии экипаж может четко и легко задокументировать требования к запасным частям и другие визуально обнаруживаемые требования к техническому обслуживанию. Конечно, есть намного больше приложений, связанных с программным обеспечением и передачей данных, которые становятся возможными с VSAT, которые не экономичны с платной услугой, такой как Inmarsat.

В дополнение к экономическому обоснованию VSAT, поставщики должны иметь возможность предоставить клиентам-перевозчикам полный пакет решений, способных управлять VSAT на борту судна. Для выбора и внедрения таких решений ИТ-менеджерам судоходной компании требуется обширная поддержка поставщиков VSAT. Чтобы добиться успеха, поставщики должны выйти за рамки предоставления оборудования и пропускной способности.

Помимо обоснования стоимости VSAT и предоставления решений для управления широкополосной связью на борту судна с фиксированной ценой, существуют и другие важные элементы, которые необходимо учитывать в процессе продажи.

Сокращение капитальных затрат на необходимое оборудование и установку до абсолютного минимума жизненно важно в нынешних экономических условиях. Ограниченные бюджеты и нежелание инвестировать новый капитал, имеют тенденцию отдавать предпочтение 60-сантиметровым антеннам по сравнению с обычными 1,2-метровыми антеннами Ku-диапазона. Принимая во внимание конкурентные затраты на пропускную способность, использование 60 см антенн может снизить стоимость оборудования и затраты на установку, а также минимизировать блокировки и связанную с этим необходимость перехода на службы резервного копирования Inmarsat. Добавление лизинговых пакетов предлагает дополнительный стимул для клиента.

Комплексное управление сервисом также является важным фактором. Продавцы должны быть в состоянии взять на себя полную ответственность за обслуживание и эксплуатацию сервиса и предоставлять отчеты о клиентах и решение проблем через единую точку контакта. Клиенты ожидают управления и обслуживания «под ключ» и не будут удовлетворены тем, что будут нести ответственность за определение того, какие из многих поставщиков оборудования, программного обеспечения и пропускной способности несут ответственность за нарушение обслуживания.

Сервисные порталы, предоставляющие доступ к таким функциям, как отслеживание использования и мониторинг производительности каналов VSAT, также являются эффективными катализаторами процесса продажи. Компания Ship Equip в Норвегии предлагает уникальный пакет, который позволяет каждому клиенту входить в сеть и контролировать производительность своей собственной сети.

На таком рынке не следует игнорировать то, что они работают в консервативной консультативной среде продаж, которая требует просвещения клиентов и укрепления доверия в течение длительного периода. Продажа решений, адаптированных к потребностям каждого типа судна, является жизненно важным элементом успеха.

Как и всегда, знание бизнеса клиентов и демонстрация того, как его можно улучшить, является основой успешных продаж.

1.4. Обзор спутниковой системы связи в Казахстане

Спутниковая связь организуется с помощью искусственных спутников, которые выполняют функцию ретранслятора. Они передают сигналы на земные станции стационарного или передвижного типа.

Классификация типов современных спутниковых систем производится главным образом с учетом одного параметра: к какому типу относится

абонентский терминал — подвижной службе спутниковой связи или фиксированной (ПСС/ФСС). При создании связи первого типа, основным представителем которой является интерфейс VSAT, применяется малая аппертура. Связь интерфейса VSAT в последние годы признана наиболее экономичной конфигурацией построения спутниковой системы, позволившая снизить цену на связь в несколько раз.

К популярным в Казахстане терминалам второй категории относится спутниковая связь Iridium и Thuraya, отличающаяся широкой полосой пропускания. Вне зависимости от географического расположения компании, обеспечивается быстрая передача и прием спутниковых сигналов связи Thuraya/Iridium.

Спутниковая связь Iridium и Thuraya предоставляет клиентам множество возможностей: доступ к высокоскоростному Интернету, возможность организация аудио и видео конференций, передача данных через мобильные каналы, гибкие тарифные планы, зона покрытия, не имеющая ограничений в географии.

Характеристики спутниковых систем

В традиционной схеме организации системы строится канал связи между наземным центром и спутником. Основными техническими параметрами здесь являются частотный диапазон/зона покрытия. Современные спутники работают в пределах следующих диапазонов:

- С. На частотах 6 и 4 ГГц организуются высоко- и среднескоростные каналы связи , наименее подверженные воздействию земной атмосферы;
- Ku, поддерживающий популярные частоты 14 и 11 ГГц. Системы связи, работающие в пределах данных частот оснащены приемниками диаметром до 2,5 м;
- Ka (частоты 30 ГГц и 20 ГГц). Диаметр используемых антенн не превышает 75 см.

Спутники связи KazSat

Система связи KazSat обеспечивает широкополосный доступ в интернет по всему Казахстану, в том числе и труднодоступные сельские регионы.

Спутник связи KazSat-2 был выведен на геостационарную орбиту 16 июля 2011 года, а KazSat-3 — 28 апреля 2014 года. Казахстан также планирует запустить KazSat-2R в 2023 году.

Космический аппарат «KazSat-2»

Рисунок 1.4. Космический аппарат «KazSat-2»

Космический аппарат «KazSat-2» запущен на геостационарную орбиту (ГСО) 16 июля 2011 года с космодрома «Байконур».

Спутник связи и вещания создан по заказу АО «РЦКС» российским предприятием ФГУП «Государственный космический научно-производственный центр имени М.В. Хруничева» совместно с компанией Thales Alenia Space (Италия).

При создании КА «KazSat-2» в системе ориентации и стабилизации были применены приборы производства французской фирмы EADS Astrium.

Спутник «KazSat-2» предназначен для предоставления телекоммуникационных услуг: телерадиовещание, телефония, организация доступа к сети интернет, передача данных и др.

Зона обслуживания КА «KazSat-2» включает всю территорию Республики Казахстан, страны Центральной Азии, центральную часть России.

Таблица 1.1 – Технические характеристики KazSat-2

Точка стояния на ГСО	86,5 в.д.
Срок активного существования	12,25 лет
Технический ресурс	14,5 лет
Диапазон частот модуля полезной нагрузки	Ku
Количество транспондеров	16
Полоса пропускания, МГц	54 МГц
Масса КА с переходной системой на старте	1368 кг
Мощность, выделяемая на ПН в конце САС, не менее	4600 Вт
Энергопотребление полезной нагрузки	1800 Вт

Космический аппарат «KazSat-3»

Рисунок 1.5. Космический аппарат «KazSat-3»

Запуск космического аппарата «KazSat-3» на ГСО состоялся 28 апреля 2014 года с космодрома «Байконур». Спутник создан по заказу АО «РЦКС» российским предприятием ОАО «Информационные спутниковые системы» имени академика М.Ф. Решетнёва» совместно с компанией Thales Alenia Space (Италия).

При создании КА «KazSat-3» были использованы современные технические решения, позволяющие обеспечивать заданные характеристики космического аппарата и необходимый уровень надежности.

КА «KazSat-3» предназначен для предоставления услуг телерадиовещания, телефонии, передачи данных и т.д.

Зона его обслуживания включает всю территорию Республики Казахстан, центральную часть России, страны Средней Азии.

Таблица 1.2 – Технические характеристики KazSat-3

Тип орбиты / точка стояния	ГСО / 58,5 град. в.д.
Срок активного существования (лет)	15
Технический ресурс	16,5 лет
Диапазон частот модуля полезной нагрузки	Ku
Количество транспондеров (шт.)	28
Полоса пропускания транспондеров (МГц)	54 / 36 МГц
Масса спутника на орбите	1701 кг
Потребление ПН по основной шине питания 100 В, W	5800 Вт

Наземный комплекс

Первый казахстанский наземный комплекс управления космическими аппаратами (КА) и системы мониторинга связи был введен в эксплуатацию в декабре 2005 года.

Центр космической связи «Акколь»

Центр космической связи «Акколь» (ЦКС «Акколь)» оснащен новейшим технологическим оборудованием для управления национальными КА серии «KazSat». Все системы центра полностью автономны, независимы и предназначены для непрерывного выполнения задач управления, контроля и поддержания заданных технических и баллистических характеристик КА серии «KazSat».

В состав ЦКС «Акколь» входят:

- центр управления полетами КА;
- центр управления мониторинга;
- центр аппаратно-программного и метрологического обеспечения;
- служба эксплуатации инфраструктуры.

На сегодняшний день ЦКС «Акколь» оснащен командно-измерительной системой, которая предназначена для передачи команд управления на спутник и точного измерения его местоположения на орбите; станцией мониторинга связи, предназначенной для проведения орбитальных испытаний и измерений транспондеров КА, для осуществления мониторинга сигналов в транспондерах КА и проведения измерений параметров земных станций спутниковой связи и осуществления процедуры их допуска к работе со спутниками.

Центр управления полетом

Управление орбитальной группировкой геостационарных космических аппаратов связи и вещания серии «KazSat» осуществляется Центром управления полетом наземного комплекса управления космическими аппаратами. Здесь с помощью специализированного оборудования осуществляется непрерывное управление, контроль и поддержание заданных технических характеристик бортовых систем и агрегатов космических аппаратов.

При выполнении спутниками целевых задач специалистами Центра управления полетом осуществляется постоянный анализ и контроль технического состояния космических аппаратов, обеспечивается поддержание безопасных режимов их эксплуатации. Проводится расчет баллистических данных для обеспечения планирования работы космических аппаратов.

Центр управления мониторингом

Данное структурное подразделение реализует непрерывный мониторинг организованных каналов спутниковой связи и вещания, допуск земных

пользовательских станций спутниковой связи к частотно-энергетическому ресурсу и измерение параметров ретранслируемых сигналов, контроль и подготовку данных для оптимизации параметров и загрузки транспондеров полезных нагрузок космических аппаратов серии «KazSat». Для осуществления задач, возложенных на центр управления мониторингом, была организованна система мониторинга связи (СМС).

СМС предназначена для:

- проведения орбитальных испытаний и измерений параметров транспондеров полезных нагрузок космических аппаратов серии «KazSat» в Ku – диапазоне с линейной (горизонтальной H и вертикальной V) поляризацией во всём рабочем диапазоне частот транспондеров;

- мониторинга сигналов в транспондерах для обеспечения непрерывной и качественной работы сетей связи операторов (в том числе, контроля несущих цифрового и аналогового телевидения), а также поддержания заданных режимов работы и технических характеристик транспондеров;

- проведения измерений параметров земных станций (ЗС) и осуществления процедуры их допуска к работе со спутником;

- контроль помеховой обстановки в стволах во всём диапазоне частот работы КА.

СМС имеет в своём составе:

- станцию мониторинга состоящую из антенных системам d 9 m , и двух антенных приемных систем d 7.3 m производства «Vertex», аппаратно-программного контрольно-измерительного оборудования от компании «Thales Alenia Spase», серверного и клиентского оборудования с соответствующим программным обеспечением;

- автоматизированные рабочие места, разделяющиеся по функциональному признаку и предназначенные для реализации задач по планированию и управлению частотно-энергетическим ресурсом, проведения измерений и мониторинга транспондеров полезных нагрузок космических аппаратов серии «KazSat», а также проведения измерений параметров ЗС для осуществления процедуры их допуска к работе в транспондерах.

Центр космической связи «Көктерек»

Государственная приёмка и ввод в эксплуатацию ЦКС «Көктерек» произведены 28 июня 2013 года.

ЦКС «Көктерек» - это современный технологический центр, созданный как аналог действующего ЦКС «Акколь». Модернизация и реконструкция центра по проекту «KazSat-3» произведена в октябре 2013 года.

ЦКС «Көктерек» предназначен для:

- резервного управления, контроля, поддержания заданных технических и баллистических характеристик КА серии «KazSat»;

- мониторинга полезной нагрузки КА серии «KazSat»;

- оказание услуг Телепорта –Pre-hubbing, Collocation, Last-mile.

Постоянно развиваясь и расширяя спектр предоставляемых видов телекоммуникационных услуг, АО «Республиканский центр космической связи» («РЦКС») создал первый казахстанский Телепорт, обеспечивающий взаимодействие между спутниковыми и наземными сетями связи, на базе ЦКС «Көктерек».

Реализованный потенциал ЦКС «Көктерек» позволяет эксплуатировать его не только по целевому назначению, но и предложить его инфраструктуру компаниям спутниковой связи, заинтересованным в бесперебойной и эффективной работе своих спутниковых сетей, а также в развитии перспективных проектов. Многоцелевое использование технологически современной площадки ЦКС «Көктерек» будет являться еще одним из этапов успешного развития информационно-коммуникационной отрасли Республики Казахстан.

АО «РЦКС» оказывает услуги по предоставлению транспондерной емкости космических аппаратов (КА) серии «KazSat», мониторингу каналов фиксированной спутниковой связи в Ku-диапазоне частот на геостационарной дуге от 13 до 130 в.д., услуги Телепорта на базе Резервного наземного комплекса управления космическими аппаратами и системы мониторинга связи, расположенного в п.Көктерек Алматинской области.

Пользование услугой Телепорта позволит клиенту обеспечить надежную собственную инфраструктуру связи при реализации проектов в сферах транспорта и логистики, сельском хозяйстве, возможность резервирования наземных каналов, а также предоставление услуг связи в отдаленные регионы страны.

Ресурсы КА серии «KazSat» позволили реализовать в Республике Казахстан эффективные и надежные спутниковые каналы связи. Космические аппараты серии «KazSat», эксплуатируемые АО «РЦКС», предоставляют большие возможности телекоммуникационным операторам Казахстана, национальным компаниям и холдингам, государственным органам и частным компаниям для организации цифрового телерадиовещания (HD, DTH, IPTV), широкополосного доступа к сети Интернет, передачи данных и создания корпоративных спутниковых сетей связи различной топологии [6].

В настоящее время АО «РЦКС» является одним из ведущих предприятий в осуществлении деятельности по вопросам связи на телекоммуникационном рынке Казахстана.

2. Морской VSAT

2.1. Описание и принцип работы технологии VSAT

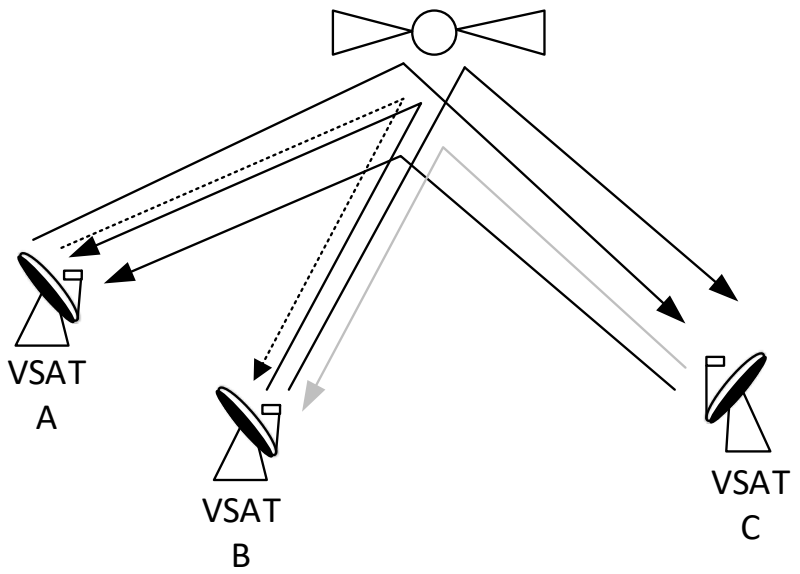
Морской VSAT — это технология спутниковой связи, применяемая на водном транспорте для организации широкополосного канала связи между судном и берегом через геостационарные спутники.

С самого начала терминалы VSAT использовались на береговых объектах как фиксированные системы спутниковой связи. Применение моторизированных стабилизированных спутниковых антенн специального назначения позволило использовать эти терминалы и на подвижных объектах, таких как автомобили, кораблях, поезда.

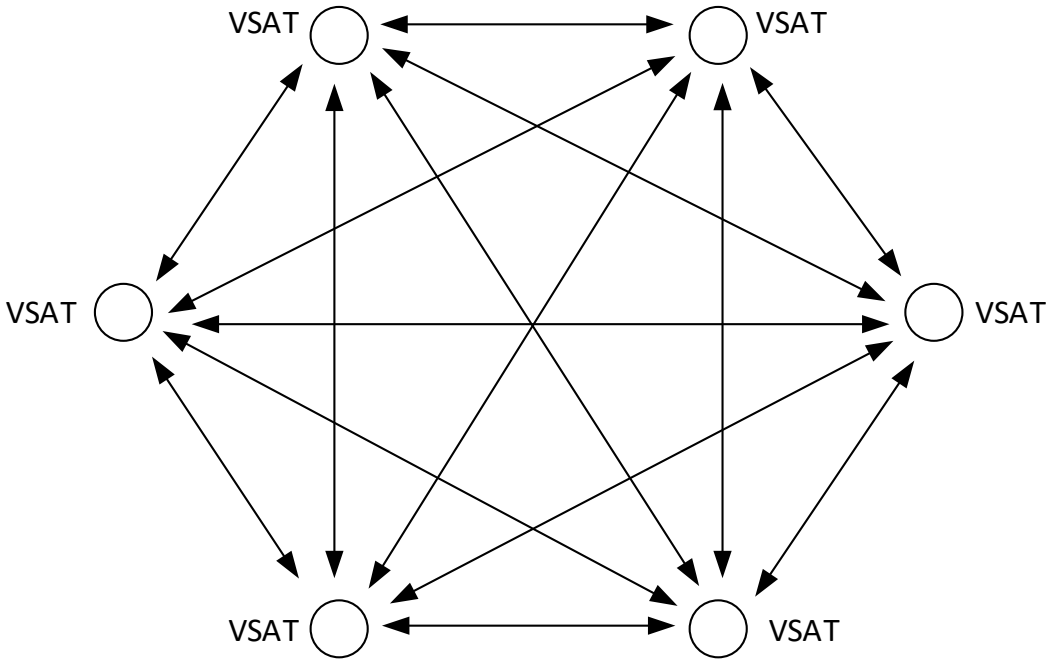
VSAT находятся в нижней части продуктовой линейки, которая предлагает широкий спектр услуг связи. Это небольшие станции с диаметром антенны менее 2,4 м. Отсюда и идет название «малая апертура», обозначающее площадь самой антенны. Такие станции не поддерживают спутниковые каналы с большой пропускной способностью, но они дешевы и устанавливаются просто, на крыше здания или на стоянке. Поэтому VSAT находятся в пределах финансовых возможностей небольших корпоративных компаний и могут быть использованы для быстрой и гибкой установки спутниковых каналов небольшой емкости [2].

Системы, работающие в Ku-диапазоне, как правило, имеют размер от 75 см до 1.5 м. Системы С-диапазона имеют больший размер до 2.8 м. Скорость передачи данных находятся в диапазоне от 56 Кб/сек. до 4Мб/сек. Для работы VSAT используют спутники на геостационарных орбитах, которые передают данные от малых спутниковых станций (терминалов) на Центральную Земную Станцию (HUB), в случае конфигурации типа «звезда» или на другие терминалы, в случае конфигурации «mesh».

Поскольку все VSAT видны со спутника, сигналы могут передаваться спутником из любого VSAT в любой другой VSAT, который находится в сети, как показано на рисунке 2.4.



(а)



(б)

Рисунок 2.1. Ячеистая сеть VSAT. (а) Пример с тремя VSAT антеннами (стрелки представляют поток информации, передаваемый сигналами, ретранслируемыми спутником); (б) упрощенное представление для большего числа VSAT антенн (стрелки обозначают двунаправленные связи двух сигналов, движущихся в противоположных направлениях)

Что касается ячеистых сетей «mesh» VSAT, как показано на рисунке 2.4, необходимо учитывать следующие ограничения:

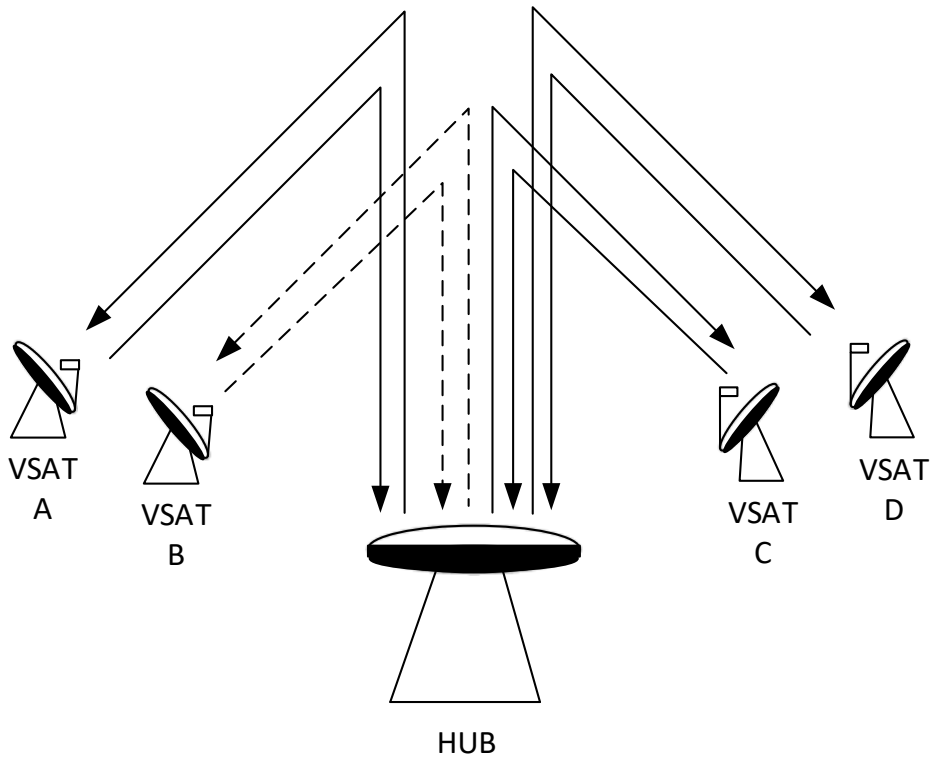
- ослабление мощности сигнала 200 дБ в восходящей и нисходящей линиях в результате расстояния до геостационарного спутника и от него;

- ограниченная радиочастотная мощность спутникового ретранслятора, обычно несколько десятков ватт;

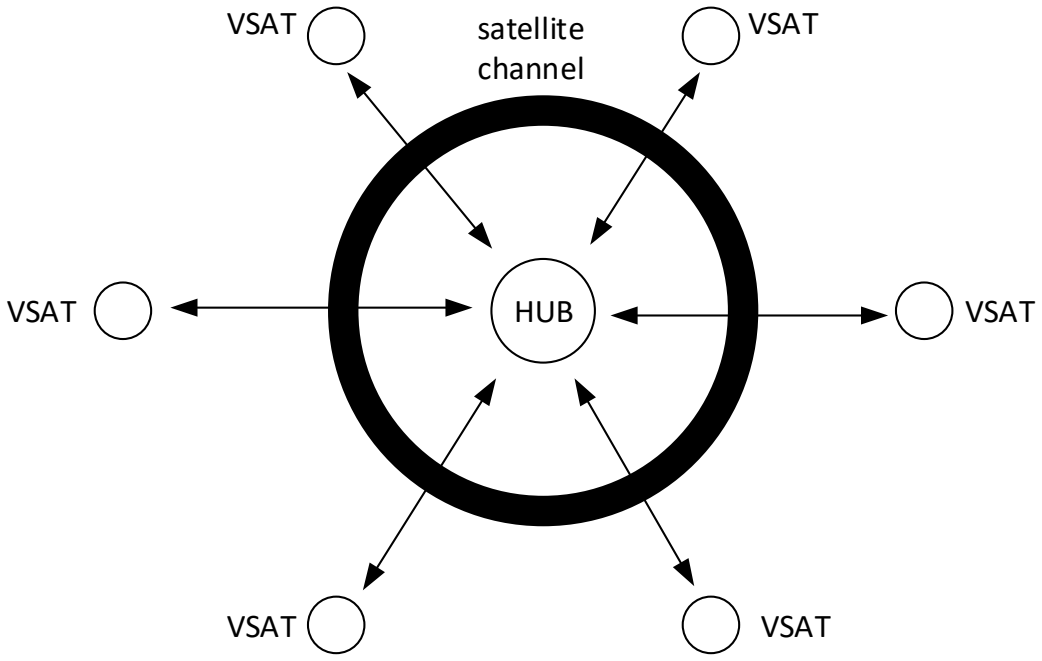
- небольшой размер VSAT, что ограничивает его передаваемую мощность и чувствительность приема.

В результате вышеизложенного вполне может быть, что демодулированные сигналы в принимающем VSAT не соответствуют качеству, запрошенному пользовательскими терминалами. Поэтому прямые ссылки от VSAT к VSAT могут быть неприемлемы.

Решение тогда состоит в том, чтобы установить в сети станцию, большую чем VSAT, названный концентратором. Узловая станция имеет больший размер антенны, чем у VSAT, скажем, от 4 м до 11 м, что приводит к более высокому усилению, чем у обычной антенны VSAT, и оснащена более мощным передатчиком. В результате улучшенных возможностей станция-концентратор способна адекватно принимать все сигналы, передаваемые VSAT, и передавать желаемую информацию всем VSAT посредством своих собственных передаваемых сигналов. Ссылки от концентратора к VSAT называются исходящими ссылками. Стрелки от VSAT до центра названы входящими связями. Как входящие, так и исходящие каналы состоят из двух каналов, восходящей и нисходящей, со спутника и обратно к спутнику, как показано на рисунке 2.5.



(a)



(б)

Рисунок 2.2. Двухсторонние звездообразные сети VSAT. (а) Пример с четырьмя VSAT антеннами (стрелки представляют поток информации, передаваемый несущими, ретранслируемыми спутником); (б) упрощенное представление для большего числа VSAT антенн (стрелки обозначают двунаправленные связи двух сигналов, движущихся в противоположных направлениях)

Существует два типа сетей VSAT конфигурации звезда:

- двусторонние сети, где VSAT могут передавать и принимать. Такие сети поддерживают интерактивный трафик;
- односторонние сети, где концентратор передает сигналы к услугам из центрального сайта, где расположен концентратор, в удаленные сайты, где установлены только принимающие VSAT.

2.2. Состав морской системы спутниковой связи VSAT

Сеть спутниковой связи на основе морского VSAT состоит из трех основных элементов: центральная земная станция (при необходимости), спутник-ретранслятор и судовые VSAT-терминалы.

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 центральная земная станция устанавливается в узле сети, на который приходится наибольший трафик. Это может быть, например, главный офис или вычислительный центр компании в корпоративных сетях, или же крупный город в региональной сети.

Приёмо-передающая аппаратура и антенно-фидерное устройство обычно строится на базе стандартного оборудования. Для обеспечения надёжности связи аппаратура, как правило, имеет 100-процентное резервирование. Каналообразующая аппаратура обеспечивает формирование спутниковых радиоканалов и стыковку их с наземными линиями связи. Эта подсистема строится по модульному принципу, что позволяет по мере роста трафика и количества абонентских станций в сети легко добавлять новые блоки для увеличения её пропускной способности.

Судовой VSAT-терминал

Судовой VSAT-терминал традиционно включает в себя антенно-фидерное устройство, контроллер антенны, наружный внешний радиочастотный блок и внутренний блок (модем). Внешний блок представляет собой небольшой приёмопередатчик или приёмник. Внутренний блок предоставляет сопряжение спутникового канала с терминальным оборудованием пользователя (компьютер, сервер ЛВС, телефон, факс УАТС и т. д.).

Спутник-ретранслятор

Сети VSAT базируются на геостационарных спутниках-ретрансляторах. Спутник принимает сигнал от земной станции, усиливает его и направляет обратно на Землю. Основными характеристиками спутника являются мощность бортовых передатчиков и количество радиочастотных каналов (стволов или транспондеров) на нём.

Направляемые лучи передатчиков формируют на земной поверхности зону покрытия, где возможен прием сигнала от определенного спутника. Совокупность таких зон создает глобальное покрытие для приема сигналов терминалами VSAT. Для Ku-диапазона глобальное покрытие охватывает морскую зону А3 за исключением южных частей Индийского, Атлантического и Тихого океанов. Для С-диапазона глобальное покрытие охватывает морскую зону А3 полностью. Так как спутники располагаются на геостационарных орбитах, приём сигнала терминалами морского VSAT возможен до широт около 70-го градуса северной и южной широты.

Возможности

В настоящее время максимальная пропускная способность достигает 4 Мб/сек в прямом и 2 Мб/сек в обратном каналах, однако в случае, когда есть необходимость, данный предел может быть расширен, и ограничен только возможностями оборудования.

Главной возможностью систем морского VSAT является предоставление широкополосного доступа к сети Интернет на судне, передаче данных и телефонии. Но возможность применения сервисов на базе морского VSAT может быть значительно шире нежели просто Интернет и телефон. Возможность организации широкополосного спутникового канала на судне позволяет внедрить ряд новых сервисов и услуг, ранее недоступных вследствие отсутствия дешёвого канала передачи данных. Такими сервисами могут быть видеоконференц-связь, дистанционное подключение и управление, мониторинг судовых параметров с берега и многое другое.

- Стандартные средства связи по фиксированным безлимитным тарифам (передача данных, телефония, Интернет, видеоконференц-связь);
- дополнительные средства связи для экипажа и пассажиров (Интернет, телефония, VoIP, GSM, спутниковое ТВ);
- интеграция с бортовыми навигационными системами (INB, ECDIS, VDR, Гидрометеорологическая Система и т. п.);
- электронное декларирование (электронная цифровая подпись, электронный промысловый журнал);
- телеметрия и видеонаблюдение за судовыми процессами (навигационный комплекс, машинное отделение, грузовая система);
- онлайн-консультация и дистанционное управление (техническая и информационная поддержка, телемедицина);
- единая информационная среда между судоходной компанией, береговыми службами и судами флота;
- защищённая корпоративная сеть;
- дистанционное обучение экипажа;
- возможность организации резервных каналов связи на судне.

Оборудование судового VSAT-терминала

В отличие от неподвижных VSAT-терминалов на берегу, морские VSAT-станции находятся в постоянном движении относительно земли. Под действием качки (как бортовой, так и продольной), а также при постоянных изменениях курса (как заданных, так случайных — рыскания) антенна VSAT непрерывно изменяет своё положение в пространстве. Они оснащены гиростабилизированными антенными платформами и морскими

специальными установками, которые идеально подходят для всех кораблей, прибрежных и рыболовных судов для глубоководных коммерческих операций, морских нефтяных вышек, катеров и яхт. Аналогично, антенны наземных транспортных средств легко устанавливаются на крышу. Специальные стабилизированные антенные системы способные контролировать положение антенн как относительно плоскости горизонта, так и плоскости истинного севера. Другими словами, стабилизация антенны происходит в трёхмерном пространстве, по трём осям. Таким образом, судовая антенна в любой момент времени нацелена на спутник, обеспечивая постоянную прием и передачу сигнала. Для защиты от ветровых нагрузок и других факторов внешней среды антенна закрывается радиопрозрачным куполом.

Рисунок 2.3. Судовая антенна VSAT со снятым защитным куполом.

Подобные системы могут быть установлены на любые типы судов: суда торгового, пассажирского, рыбного, научного, военного флотов, суда спец. назначения, буровые платформы, яхты, катера, любые другие объекты водного транспорта, где требуется передача больших объёмов информации, телефония, VoIP, GSM, интернет, спутниковое телевидение, внедрение каких-либо новых технологических решений, которые связаны со спутниковыми системами связи.

Судовой VSAT-терминал состоит из двух основных частей, ODU (OutDoorUnit) — внешний блок, то есть антенна и приёмопередающее оборудование, IDU (InDoorUnit) — внутренний блок.

Внешнее оборудование:

- Антенна с системами наведения и стабилизации;
- Антенный преобразователь частоты (АПЧ);

- Малошумящий усилитель (МШУ);
- Поляризационный селектор антенны;
- Межблочный кабель.

Внутреннее оборудование:

- Контроллер антенны;
- Спутниковый модем;
- Дополнительное оборудование (маршрутизаторы, сервера и другое);

VSAT - это система, работающая в C-, Ku- и Ka-диапазоне, где доступен большой спектр. Это делает скорости передачи данных выше и затраты ниже, чем для системы L-диапазона. Скорость передачи данных, предоставляемая VSAT, обычно составляет до 6 Мбит / с. По сравнению с Inmarsat-C и Iridium пропускная способность VSAT достаточно. Стоимость подписки на VSAT зависит от размера спутниковой антенны, зоны покрытия и пропускной способности. Антенна VSAT нуждается в точном и надежном механизме стабилизации и слежения, что приводит к высоким затратам на установку.

В целом, правильная спутниковая связь является дорогостоящей, и владелец судна должен быть готов инвестировать в установку и использование полосы пропускания. Это ключевой фактор, который необходимо учитывать при рассмотрении возможности передачи большего количества данных с судна на берег. Однако следует отметить, что большинство океанских судов оснащено какой-либо спутниковой системой. Прибрежные суда, с другой стороны, будут зависеть от наземной подвижной системы.

Над разработкой новых систем работают несколько поставщиков, Inmarsat Global Xpress и Iridium Next в последние несколько лет выпустили новые спутники, также использующие Ka-диапазон, но все еще имеющие L-диапазон в качестве резервного [3].

2.3. Архитектура спутниковой системы

Спутники ретранслируют сигналы, передаваемые земными станциями на земле, на другие земные станции, как показано на рисунке 2.1. Следовательно, спутники действуют аналогично наземным микроволновым реле, установленным на вершинах холмов или гор, чтобы облегчить радиосвязь на большие расстояния. Здесь спутник, находящийся на гораздо большей высоте, чем любой наземный ретранслятор, способен связывать удаленные земные станции даже с континента на континент.

На рисунке 2.7 показано, что земные станции являются частью того, что называется наземным сегментом, а спутник является частью космического сегмента.

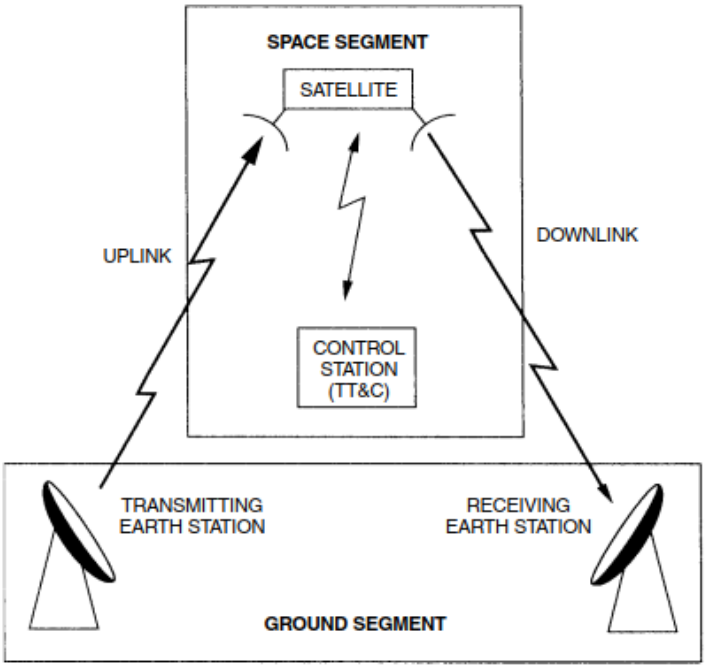


Рисунок 2.4 – Архитектура спутниковой системы

Космический сегмент также включает в себя все средства для управления спутником, например, станции, которые отслеживают состояние спутника посредством телеметрических линий и управляют им посредством командных линий. Такие ссылки иногда называют ссылками TTC (telemetry, tracking and commands) - телеметрия, отслеживание и команды. Спутник примерно состоит из платформы и полезной нагрузки. Платформа включает в себя все подсистемы, обеспечивающие правильную работу полезной нагрузки, а именно:

- механическую структуру, которая поддерживает все оборудование на спутнике;
- источник электропитания, состоящий из солнечных панелей и батарей, используемых в качестве источника энергии;
- контроль ориентации и орбиты с помощью датчиков и исполнительных механизмов;
- двигательную подсистему;
- бортовое оборудование TTC.

Полезная нагрузка содержит спутниковые антенны и электронное оборудование для усиления несущих восходящей линии связи. Эти несущие также преобразуются по частоте в частоту нисходящей линии связи. Преобразование частоты позволяет избежать недопустимых помех между восходящими и нисходящими линиями [2]. На рисунке 2.2 показана общая

архитектура полезной нагрузки. Приемник (Rx) включает в себя широкополосный усилитель и преобразователь с понижением частоты.

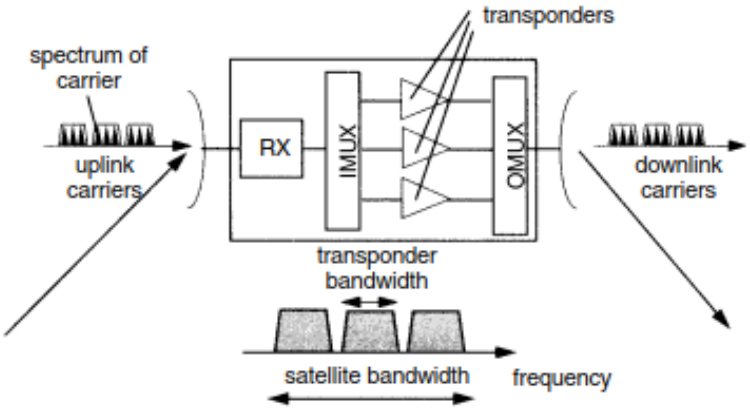


Рисунок 2.5 – Архитектура полезной нагрузки

3. Технические аспекты реализации системы спутниковой связи с гиро-стабилизацией

3.1. Основные оборудования

В данной дипломной работе рассматривается решение по организации спутниковой системы связи на судне. В качестве такого объекта было выбрано судно баржа-химовоз «Чемба» в п.Актау, производства компании Thecla Bodewes Shipyards, Нидерланды.

Рисунок 3.1 – Баржа-химовоз «Чемба»

Для предоставления возможности организации спутникового канала связи на судне в данной работе предполагается организовать услуги на базе спутниковой технологии SkyEdge II.

Помимо этого, также необходимо обратить внимание на вопрос выбора производителя морской спутниковой стабилизационной антенны. Здесь стоит немного рассказать об особенностях таких систем.

В связи с тем, что суда в море находятся в постоянном движении в силу изменения курса, качки и рыскания, морские спутниковые антенны снабжаются гироскопом с целью стабилизации в пространстве и заданной направленности на геостационарный спутник, обеспечивая тем самым постоянный приём и передачу сигналов со спутника.

3-осевые стабилизированные антенны должны использоваться на морских судах в течение многих лет, чтобы компенсировать движение судов для отслеживания спутникового сигнала [1]. Существует 4 основных производителя антенн, которые большинство поставщиков спутниковых услуг VSAT используют для коммерческой морской деятельности.

- Intellian
- Cobham (Sea Tel)

– Orbit
– SpaceTrack - собственность Speedcast

Стабилизированная антенная система состоит из следующих элементов:

– сбалансированная опора
– стабилизация
– отслеживание

Стабилизация используется для предотвращения любого нежелательного движения, вызванного трением, и не удаляется при балансировке антенны. Трение отрицательно влияет на баланс и приведет к неправильному наведению, если оно не будет исправлено [7].

Отслеживание необходимо для того, чтобы убедиться, что направление основного отражателя находится в пределах 0,2 градуса от центра отслеживающего транспондера, используя принятый сигнал со спутника, а также для компенсации наклона целевого спутника.

Баланс изолирует движение судов от основного отражателя с подвижными весами, добавленными к азимуту, высоте и поперечному уровню. Когда судно неподвижно, антенна не должна двигаться ни в каком положении. Если антенна не сбалансирована должным образом, вероятно, она будет плохо отслеживаться из-за повышенной нагрузки на двигатели. Движение судов зависит от ветра, состояния воды и прилива.

В большинстве антенных систем приемный коаксиальный кабель используется для связи между оборудованием нижнего уровня (BDE) и оборудованием верхнего уровня (ADE) через модем FSK. Передающий коаксиал идет прямо на антенну от модема VSAT.

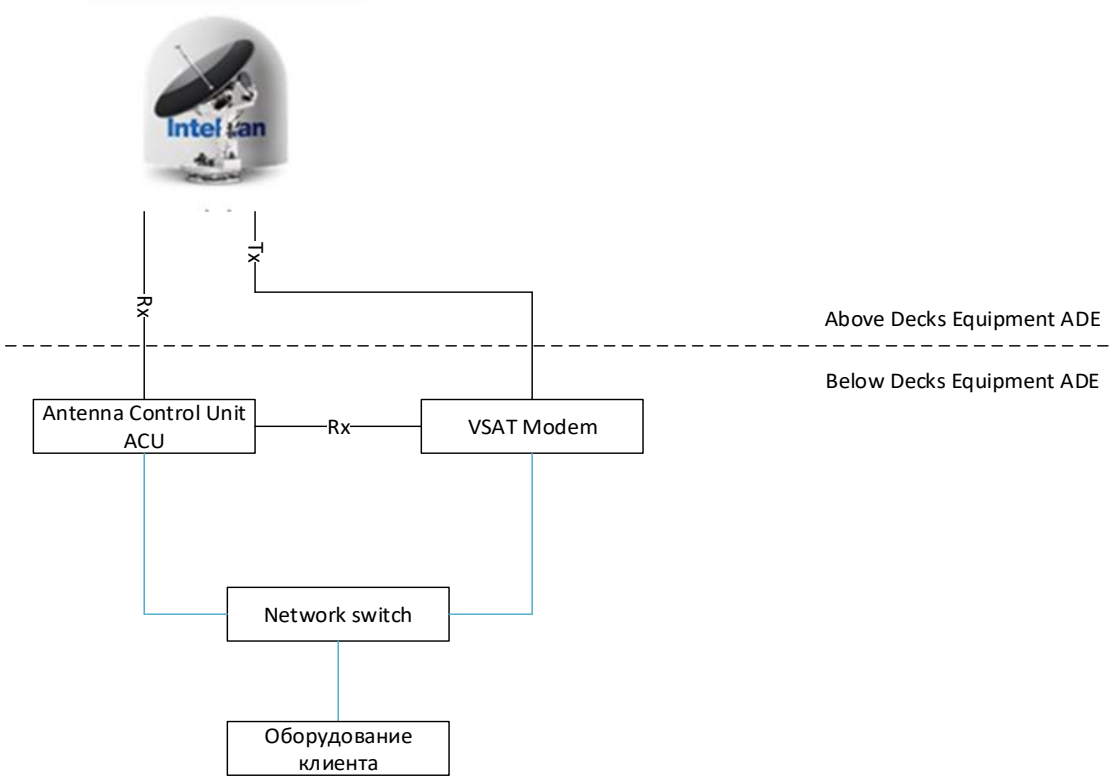


Рисунок 3.2 – Типичная схема соединения стабилизированной антенны

Блок управления антенной (ACU)

Сердцем каждой стабилизированной антенной системы является блок управления антенной (ACU). Расположенный ниже палубы ACU имеет конфигурацию и спутниковую информацию, загруженную на него.

Используя GPS, расположенный в обтекателе и судне Gyro Compass, ACU может рассчитать угол места, азимут и поляризацию спутника и направить антенну в правильное положение. Когда ACU зафиксировал правильный спутниковый сигнал, он начнет отслеживание и останется заблокированным на месте независимо от движения судна.

Оборудование морской спутниковой системы состоит из двух основных частей: ODU – внешний блок, то есть антенна и приёмопередатчик, IDU – внутренний блок управления и спутниковый модем (рисунок 3.3).

В комплект ODU входят:

1) Стабилизационная антенна;
2) Передатчик (BUC);
3) Приемник (LNB);
4) ВЧ-кабель / Interfacility Link Cable (IFL).

В комплект IDU входят:

1) Контроллер антенны / Antenna Control Unit (ACU);
2) Спутниковый Модем / Satellite Modem;
3) Дополнительное сетевое и серверное оборудование (маршрутизаторы, коммутаторы, сервера и др.).

Рисунок 3.3 – Блок-схема состав оборудования МССС

Так как ко спутниковому оборудования SkyEdge II компании «GILAT», наиболее совместима морская стабилизационная антенна производства компании «Orbit» (Израиль) – Ocean TRx-4-500 (рисунок 3.4), выберем именно ее.

Рисунок 3.4 – Морская стабилизированная спутниковая система производства компании «Orbit» – «Ocean TRx-4-500»

На оснований выбранных оборудований можно разработать техническое решение на базе спутниковой морской антенны производства компании «Orbit», а также выбрать состав морской спутниковой системы связи.

Перечень необходимых элементов для организации системы спутниковой связи с гиро-стабилизацией:

1) Модем GILAT SkyEdge II PRO RM + опциональная голосовая плата 2xFXS;
2) Морская антенна диаметром 1,15м Orbit «OceanTRx-4»;
3) Передатчик Wavestream BUC 16W Ku-Band;
4) Приемник LNB PLL Ku-Band;
5) Источник бесперебойного питания EATON Rack/Tower 2U.

Одним из ключевых моментов строительно-монтажных работ является установка опоры под морскую спутниковую антенну. К данной опоре предъявляются очень высокие требования. Во-первых, вес морской спутниковой антенны составляет 200 кг. Во-вторых, опора должна быть устойчивой к коррозии, соответственно влагозащищенной. В-третьих, опора должна обеспечить минимальную высоту установки морской спутниковой антенны на высоте 1,20 м над уровнем палубы. Принимая во внимание все эти детали по чертежам, в рисунке представлена опора под МССС.

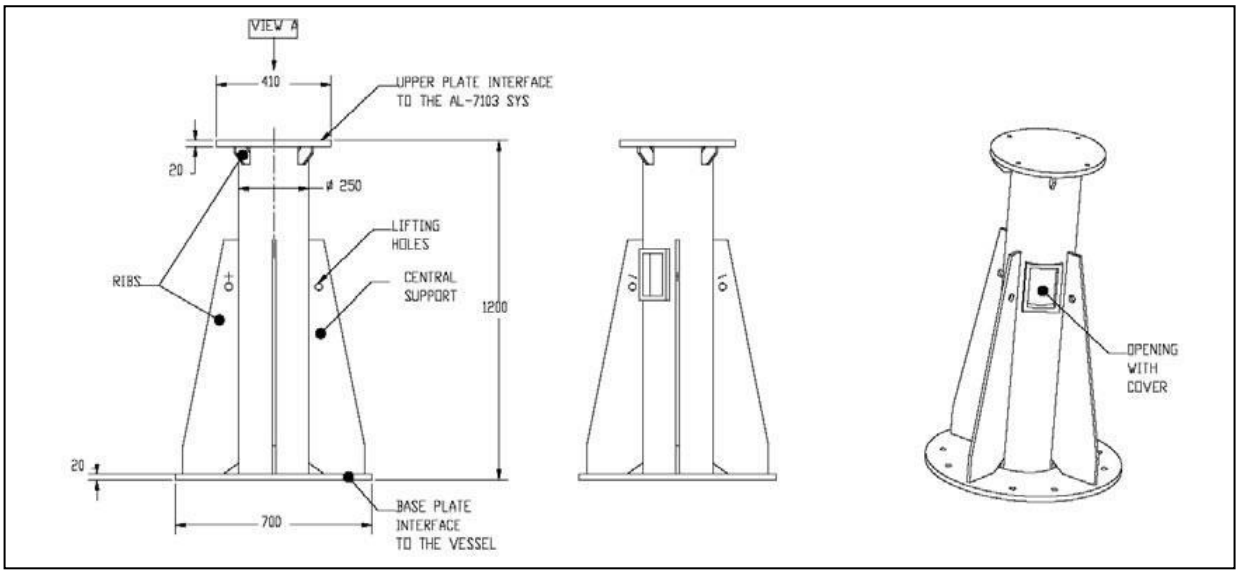


Рисунок 3.5. Конструкция опоры для морской спутниковой антенны «Ocean TRx-4-500»

3.2. Спутниковый GPS-компас для судна

Общие концепции навигации на большие расстояния были разработаны некоторое время назад для использования на судах и самолетах. В настоящее время они применяются для беспилотных летательных аппаратов и ракет, летающих с гораздо более высокими скоростями в верхних слоях атмосферы или в космосе.

Хотя фазы запуска, управление средним курсом и управление терминалом применимы к ракетам малой, а также большой дальности, для больших дальностей эти фазы могут проходить на значительном расстоянии от места запуска и создавать гораздо большие проблемы для всей системы. Один из методов обеспечения среднего курса для ракет дальнего радиуса действия состоит в использовании навигационной информации, предоставляемой звездами, в некоторой степени, поскольку она используется на морских судах.

В начале 20-го века гироскоп был разработан до такой степени, что его можно было использовать в качестве компаса на корабле. При правильном исправлении указывало на север, что дало лучшую точность, чем магнитный компас, который всегда был чувствительным к магнитным полям.

Несколько иной компас, называемый гирокомпасом, может подавать сигналы автоматическому пилоту, чтобы заменить большую часть рулевого управления. Это приложение называлось гиропилот.

В другом несколько другом применении гироскоп был разработан для обеспечения стабилизации судна в бурных морях. Хотя первоначально для этой цели использовались очень большие гироскопы, в более поздних формах

использовались меньшие гироскопы, которые работали через цепи управления, чтобы регулировать плавники под водной линией, чтобы контролировать положение судна так же, как автопилот в современном воздушном транспортном средстве.

С развитием новых, в том числе и спутниковых навигационных, технологий появилась возможность создания принципиально новых датчиков курса. Эти изделия получили название спутниковых компасов. Этот тип компасов лишен практически всех недостатков магнитных и гироскопических компасов. Поэтому выбранное судно следует обеспечить именно спутниковым компасом, и так, был произведен выбор необходимого спутникового GPS-компаса, совместимого с системой «Orbit».

В результате, был выбран GPS-компас производителя «Furuno» (Япония) – модель «Furuno SC-50» (рисунок 5).

Рисунок 3.6. GPS-компас производства компании «Furuno» - модель «Furuno SC-50»

Furuno SC-50 — спутниковый компас, определяющий положение судна и передающий эти данные РЛС, плоттерам, АИС, эхолотам и другим типам навигационного оборудования. Оборудование подходит для любого типа судов.

Спутниковый компас предоставляет информацию о курсе судна, после чего эти данные выводятся на автопилотах, либо на других удаленных дисплеях. Спутниковый компас использует сигналы от двух или трех антенн GPS. Последнее поколение GPS-компасов предоставляет несколько

программируемых выходов и информацию о курсе, положении судна, а также о вертикальной качке. [8]

Основной принцип ее работы состоит в определении местоположения судна путем измерения расстояния между ним и специальным навигационным спутником. Оно вычисляется по времени задержки распространения сигнала от посылки его спутников до приема антенной GPS-приемнка. Кроме того, с помощью системы GPS, оснащенной электронной картой, можно определить не только координаты судна, но и скорость его движения, пройденное расстояние, направление до намеченного пункта, время прибытия и отклонение от заданного курса [9].

Итак, при внедрении Differential GPS (DGPS) используются координаты от двух GPS-приемников, одного — рабочего, второго — эталонного (стационарно установленного в месте, координаты которого измерены с высокой точностью), и оба пеленгуют GPS-спутники в один и тот же промежуток времени, что дает возможность вычислить поправку и довести точность до 3—5 метров [10]. Так действует служба береговой охраны, содержащая сеть башен, принимающих сигналы GPS и передающих скорректированные сигналы посредством маячных (beacon) передатчиков.

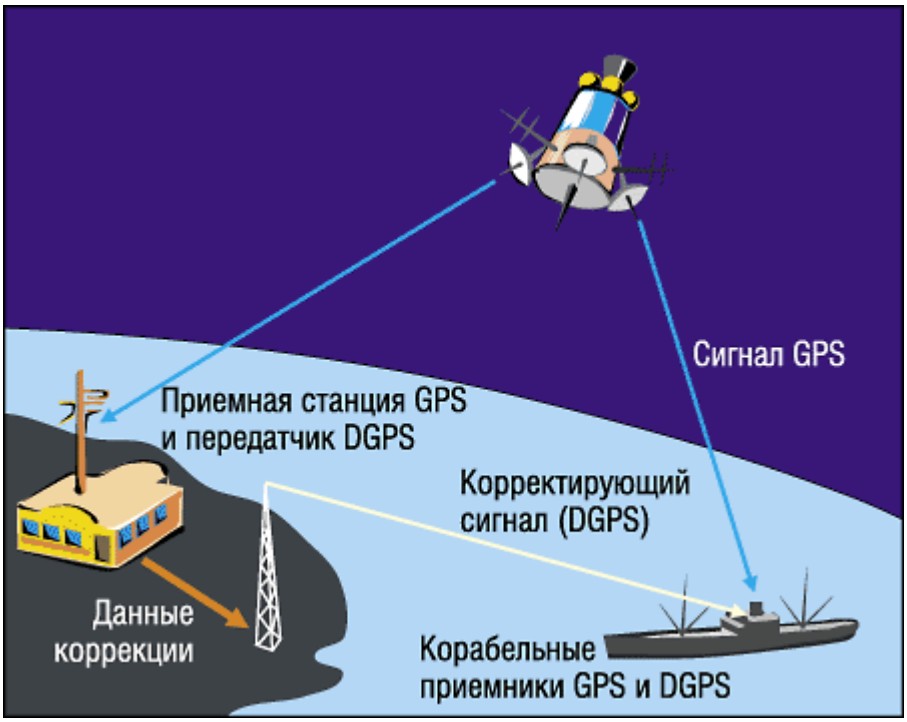


Рисунок 3.7 – Принцип работы GPS-приемника

3.3. Схема организации

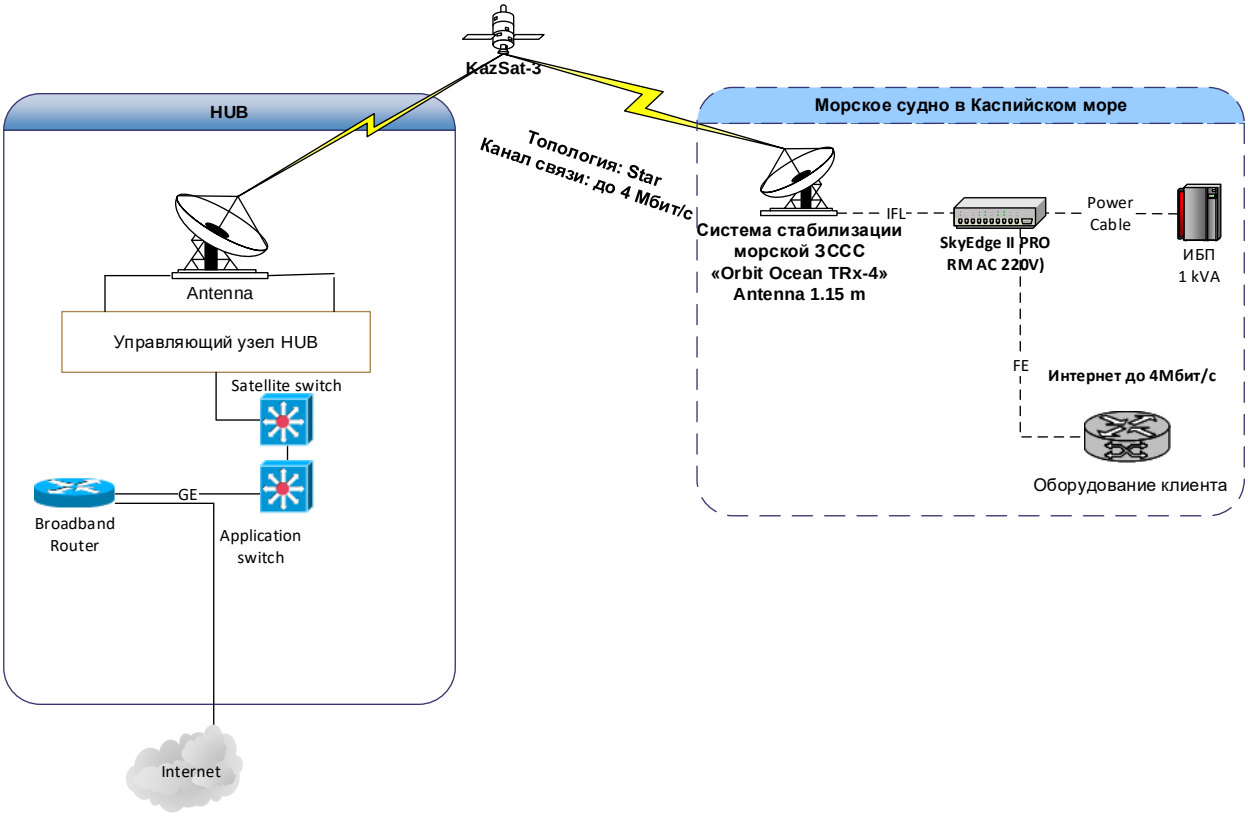


Рисунок 3.8 – Схема организации связи

Сеть спутниковой связи на базе VSAT включает в себя три основных элемента: центральная земная станция (при необходимости), спутник-ретранслятор и абонентские VSAT терминалы.

Центральная земная станция в сети спутниковой связи выполняет функции центрального узла и обеспечивает управление работой всей сети, перераспределение ее ресурсов, выявление неисправностей, тарификацию услуг сети и соединения с наземными линиями связи. Обычно ЦОС устанавливается в узле сети, на который приходится наибольший трафик. Это может быть, например, главный офис или вычислительный центр компании в корпоративных сетях, или крупный город в региональной сети.

Абонентская станция VSAT Абонентский VSAT терминал обычно включает в себя антенно-фидерное устройство, наружный внешний радиочастотный блок и внутренний блок (модем). Внешний блок представляет собой небольшой приемопередатчик или приемник. Внутренний блок обеспечивает сопряжение спутникового канала с терминальным оборудованием пользователя (компьютер, сервер ЛВС, телефон, факс УАТС и т.д.).

Спутники ретрансляторы сети VSAT строятся на базе геостационарных спутников-ретрансляторов. Это позволяет максимально упрощать

конструкцию абонентских терминалов и обеспечивать их простыми фиксированными антеннами без системы слежения за спутником. Спутник принимает сигнал от земной станции, усиливает его и направляет обратно на Землю. Важнейшими характеристиками спутника является мощность бортовых передатчиков и количество радиочастотных каналов (стволов или транспондеров) на нем. Для обеспечения работы через малогабаритные абонентские станции типа VSAT нужны передатчики с выходной мощностью около 40 Вт Современные VSAT работают как правило в Ku диапазоне частот 11/14 ГГц (одно значение частоты на прием, другое на передачу), также системы используют С диапазон 4/6 ГГц, также сейчас осваивается Ка диапазон 18/30 ГГц.

Приемо-передающая аппаратура и антенно-фидерное устройство обычно строится на базе стандартного оборудования, имеющегося на рынке. Стоимость определяется размерами антенны и мощностью передатчика, которые существенно зависят от технических характеристик используемого спутника-ретранслятора. Для обеспечения надежности связи аппаратура обычно имеет 100% резервирование.

Каналообразующая аппаратура обеспечивает формирование спутниковых радиоканалов и стыковки их с наземными линиями связи. Каждый из поставщиков систем спутниковой связи применяет свои оригинальные решения в этой части ЦОС, часто исключая возможность использовать для построения сети аппаратуру и абонентские станции других фирм. Обычно эта подсистема строится по модульному принципу, что позволяет по мере роста трафика и количества абонентских станций в сети легко добавлять новые блоки для увеличения ее пропускной способности.

3.4. Расчет бюджета канала связи

Анализ канала связи включает бюджет канала – расчет потерь энергии сигнала, связанных с физическими процессами, протекающими в устройствах и среде распространения. Бюджет – это метод оценки, позволяющий определить достоверность передачи системы связи. Среда распространения или электромагнитный тракт связи, соединяющий передающее и приемное устройства называются каналом. Каналы могут представлять собой проводники, коаксиальные и оптоволоконные кабели, волноводы, а также атмосферу, ионосферу или другую среду, в которой распространяются радиоволны.

При анализе радиоканала часто используется модель свободного пространства. В рамках этой модели предполагается, что в канале отсутствуют такие процессы, как отражение, преломление, поглощение, рассеяние и

дифракция радиоволн. В рамках этой модели энергия сигнала зависит только от расстояния между передатчиком и приемником и убывает обратно пропорционально квадрату расстояния. Достоверность передачи информации определяется несколькими факторами, среди которых можно выделить отношение сигнал/шум, а также искажения сигнала, вызванные межсимвольной интерференцией.

В цифровой связи вероятность ошибки зависит от нормированного отношения E_b / N_0, где E_b – энергия бита, N_0 – спектральная плотность мощности шума. Уменьшение отношения сигнал/шум может быть вызвано снижением мощности сигнала, повышением мощности шума или мощности сигналов, интерферирующих с полезным сигналом. Эти механизмы называются, соответственно, потерями (ослаблением) и шумом (интерференцией). Ослабление может происходить в результате поглощения энергии сигнала, отражения части энергии сигнала или рассеяния.

Плотность мощности на расстоянии d от излучателя определяется выражением

$$p(d) = \frac{P_T}{4\pi d^2}, \tag{3.1}$$

где $P_т$ – мощность передатчика.

Принимаемая мощность может быть записана в виде

$$P_R = p(d)A_{eR} = \frac{P_T A_{eR}}{4\pi d^2}, \tag{3.2}$$

где A_{eR} – эффективная площадь приемной антенны. Существует простая связь между коэффициентом усиления антенны и ее эффективной площадью

$$G = \frac{4\pi}{\lambda^2} A_e, \tag{3.3}$$

где λ – длина волны. Для изотропного излучателя G =1 и эффективная площадь однозначно определяется длиной волны.

$$A_e = \frac{\lambda^2}{4\pi}. \tag{3.4}$$

Для идеальных передающей и приемной антенн (с изотропными диаграммами направленности) дистанционное уравнение может быть записано в виде

$$P_R = \frac{P_T}{(4\pi d/\lambda)^2} = \frac{P_T}{L_S}, \tag{3.5}$$

где L_s – суммарные потери в свободном пространстве, определяемые формулой [11-14]

$$L_S = \left(\frac{\lambda}{4\pi d}\right)^2 \tag{3.6}$$

$$L_S = \left(\frac{4\pi \cdot 36000}{2{,}5}\right)^2 = 3 \cdot 10^{-11} \partial Б$$

$$P_R = \frac{P_T}{L_S} = \frac{16 Вт}{3 \cdot 10^{-11} \partial Б} = 5{,}3 \cdot 10^{11} \partial БВт$$

Если для передачи и приема сигнала используются направленные антенны, то уравнение (3.5) принимает вид

$$P_R = \frac{P_T G_R G_T}{L_S} \tag{3.7}$$

где G_R и G_T – коэффициенты усиления передающей и приемной антенн.

Из выражения (3.6) следует, что суммарные потери в свободном пространстве зависят от длины волны (частоты). Это связано с тем, что величина L_s определена для идеальной приемной антенны с изотропной диаграммой направленности, для которой G_T = 1. В действительности, из простых геометрических соображений следует, что в свободном пространстве мощность является функцией расстояния и не зависит от частоты.

На первый взгляд, эти формулы определяют различные зависимости принимаемой мощности от длины волны (частоты). В действительности коэффициент усиления и эффективная площадь антенны связаны через длину волны. Поэтому противоречия в формулах нет.

При этом видно, что принимаемая мощность увеличивается с ростом частоты. Для цифровой связи вероятность ошибки зависит от отношения E_b / N_0 в приемнике, определяемого следующим образом:

$$\frac{E_b}{N_0} = \frac{P_R}{N}\left(\frac{W}{R}\right) \tag{3.8}$$

где P_R – мощность принятого сигнала, N – мощность шума, W – ширина полосы приемного устройства, R – скорость передачи бита.

Спутник находится на геостационарной орбите (36000км над поверхностью земли) и излучает сигнал мощностью 100Вт (т.е. 20дБВт), коэффициент усиления антенны 17 дБ. Следовательно, ЭИИМ = 20 + 17 = 37 дБВт.

В наземной станции установленная гиростабилизированная антенна диаметром D = 1,15 м, передача ведется на частоте 12 ГГц, n=0,5 (коэффициент использования поверхности). Тогда коэффициент усиления приемной антенны:

$$G_R = \eta\left(\frac{\pi D}{\lambda}\right)^2 \approx 65 дБ$$

$$L_s = \left(\frac{\lambda}{4\pi D}\right)^2 \approx -201{,}96 дБ$$

Потери

И принимаемая мощность сигнала равна:

$$P_R = P_T + G_T + G_R + L_s + L_a$$

$$P_R = 20 + 17 + 65 - 201{,}96 = -99{,}96 дБВт = 1 \cdot 10^{-12}\ Вт$$

Шум вплоть до частот 10^{12} Гц имеет плоский энергетический спектр и $N_0 = k_в T_0$ Вт/Гц, где $k_в$ – постоянная Больцмана ($1{,}38 * 10^{-23}$ Дж/К) и шумовая температура в Кельвинах.

Помехоустойчивость систем передачи информации прежде всего определяется отношением сигнал/шум, причем

$$\frac{E_b}{N_0} = \frac{T_b P_R}{N_0} = \frac{1}{R}\frac{P_R}{N_0} \rightarrow \frac{P_R}{N_0} = R\left(\frac{E_b}{N_0}\right)_{req}$$

Тогда вычислив значение P_R/N_0 и зная требуемое ОСШ, можно определить достижимую скорость передачи информации.

$$P_R = 1 \cdot 10^{-12}\ Вт = -99{,}96 дБВт$$

Пусть T_0=300К. Тогда

$$N_0 = k_в T_0 = 4{,}1 \cdot 10^{-21}\ Вт / Гц = -203{,}9 дБВт / Гц$$

Наконец

$$\frac{P_R}{N_0} = -99{,}96 + 203{,}9 = 103{,}94 дБГц$$

Допустим, что для достижения заданной вероятности ошибки достаточно h^2=10 дБ, тогда можно вычислить максимальную достижимую скорость передачи информации:

$$R_{dB} = \left(\frac{P_R}{N_0}\right)_{dB} - \left(\frac{E_b}{N_0}\right)_{req.dB} = 103{,}94 - 10 = 93{,}94 дБбит/с$$

Объединив все результаты и рассматривая бюджет радиолинии относительно достижимой скорости передачи информации, а также вводя дополнительную поправку на другие потери – М, получим

$$(R)_{dB} = (P_T)_{dBW} + (G_T)_{dB} + (G_R)_{dB} + (L_s)_{dB} + (L_a)_{dB} - (N_0)_{dBW/Hz} - \left(\frac{E_b}{N_0}\right)_{req.dB} - M_{dB}$$

$$(R)_{dB} = 20 + 17 + 65 - 201{,}96 - 203{,}9 - 10 = -313{,}86 дБ$$

При проектировании системы связи необходимо найти приемлемое соотношение между всеми параметрами, фигурирующими в (3.13).

4. Экономические аспекты внедрения системы спутниковой связи с гиро-стабилизацией

4.1. Капитальные вложения

В дипломной работе предполагается создать техническое решение по организации услуг спутниковой связи на судне с применением гиростабилизированной антенны. В качестве объекта выбрано судно в п.Актау – баржа-химовоз «Чемба», производства компании Thecla Bodewes Shipyards, Нидерланды.

Экономические аспекты любого инвестиционного проекта прежде всего определяются анализом инвестиционного портфеля, удельными затратами, в состав которых входят затраты на материалы, оборудование, заработная плата исполнителей с отчислениями в фонд социальной защиты, амортизационные отчисления, стоимость работ, выполняемых сторонними организациями, расходы на служебные командировки и накладные расходы.

Спутниковая связь VSAT представляет собой комплект оборудования состоящий из модема, приемопередатчика и малогабаритной параболической антенны.

Перечень оборудований, необходимых для организации спутниковой связи на барже-химовоз представлена ниже (таблица 4.1).

Таблица 4.1 – Затраты на оборудование

Наименование	Количество, шт.	Сумма, тенге
Морская антенная система OceanTRx 4-500Basic System + CCU1U + Radome	1	17 971 625,00
Передатчик KIT BUC OceanTRx4-500 16W KU STD w/BUC	1	5 260 606,00
Приемник OceanTRx Ku BAND LNB	1	199 272,00
Модем Sky Edge II PRO RM 220V AC + 4xFXS (2 платы)	1	1 092 500,00
Шкаф телекоммуникационный 12U 19"	1	323 000,00
Источник бесперебойного питания 1kVA Eaton EX 1000 Rack	1	378 860,00
Запасные части:		
Модем Sky Edge II PRO RM 220V AC + 2xFXS (1 плата)	1	1 026 950,00

Передатчик KIT BUC OceanTRx4-500 16W KU STD w/BUC	1	5 260 606,00
Приемник OceanTRx Ku BAND LNB	1	199 272,00
Итого		**31 712 691,00**

Рассчитаем объем капитальных вложений, необходимых для создания всей системы. Для этого учитываются расходы на приобретение оборудования, для осуществления проекта.

Общие капиталовложения по внедрению спутниковой связи на судне включают в себя капиталовложения на оборудование, капиталовложения на монтаж и капиталовложения на транспортные расходы [16].

$$\sum K = K_O + K_M + K_{TP} \quad (4.1),$$

где $\sum K$ – общие капитальные вложения;

Для оборудования:

K_O – капитальные вложения на оборудования;

K_M – капитальные вложения на монтажные работы (20% от стоимости оборудования);

$$K_м = 31712691 \cdot 0{,}2 = 6342538{,}2 тг$$

K_{TP} – капитальные вложения на транспортные расходы (5% от стоимости оборудования).

$$K_{TP} = 31712691 \cdot 0{,}05 = 1585634{,}55 тг$$

$$\sum K = 31712691 + 6342538{,}2 + 1585634{,}55 = 39640863{,}75 тг$$

VSAT антенна представляет собой спутниковую тарелку, устанавливаемую посредством специальных кронштейнов или опор.

Выбор опоры для крепления тарелки зависит от диаметра и массы спутниковой антенны и потребности в регулярной переориентации. Для изготовления данной опоры обратимся в услуги сторонних организации.

Таблица 4.2 – Расходы на приобретение услуг сторонних организаций

Наименование услуг	Описание	Сумма, тг
Изготовление металлической опоры	Металлическая опора под спутниковое оборудование	760 000
Итого		**760 000**

Далее, составим смету по расходным материалам.

Таблица 4.3 – Затраты на расходные материалы

Наименование материального ресурса	Единица измерения	Количество	Сумма, тг
Кабель коаксиальный LMR-400	шт.	50	85 500,00
Крепежные материалы	шт.	100	15 000,00
Лако-красочные материалы	шт.	2	10 000,00
ИТОГО затраты на материальные ресурсы			110 000,00

Для составления полной сметы стоимости всего проекта необходимо рассчитать заработную плату работников, вовлеченных в его осуществление, а также оплату командировки по плану проекта.

4.2. Расчет стоимости проекта системы спутниковой связи с гиро-стабилизацией

Трудоемкость реализации проекта

Для определения трудоемкости реализации проекта прежде всего составляется перечень всех основных этапов и видов работ, которые должны быть выполнены.

Форма разделения работ по этапам с указанием трудоемкости их выполнения приведена в таблице 4.4 [16].

Таблица 4.4 – Трудоёмкость реализации проекта

Стадия жизненнего цикла	Численность персонала	Уровень классификации
Подготовка процесса разработки и анализ требований к проекту	Главный специалист Менеджер проекта	Высококвалифицированный
Реализация системы	Главный специалист 2 монтажника	Высококвалифицированный Квалифицированный

Тестирование системы	Главный специалист 2 монтажника Менеджер проекта	Высококвалифицированный Квалифицированный
Внедрение и поддержка	Главный специалист 2 монтажника	Высококвалифицированный Квалифицированный

Планирование комплекса работ по внедрению проекта морской системы спутниковой связи.

Трудоемкость работ определяется с учетом срока окончания работ, объема выполненных функций.

1рабочий день=8час.

Таблица 4.5 – Заработная плата сотрудников

Наименование содержания работ	Исполнитель	Отработанное количество часов	Заработная плата за час	Сумма заработной платы
Обследование судна (32часов) Сбор и обработка требований (8часов) Обучение работников (16часов) Монтаж и пуско-наладочные работы на судне (72часов)	Главный специалист	128часов	1488	190 464
Предварительное планирование этапов работ (8часов) Определение сроков и стоимости оборудования (16часов)	Менеджер проекта	88часов	892,9	78 575

Закуп оборудования (48часов) Проверка оформления и наличие необходимого пакета документации (16часов)				
Экспериментировани е и анализ целой системы и ее частей (24часов) Тестирование системы на соответствие требований к ней (16часов) Выявление и устранение недостатков (8часов) Монтаж и установка оборудования на судне (72часов)	2 монтаж-ника	120часов	952,3	114 276*2= =228 552
Итого				**497 591**

Расчет расходов на оплату труда

Заработная плата на проведение исследований включает основную и дополнительную зарплату работников с отчислениями на социальную защиту. Размер зарплаты исполнителей определяется на основании установленных должностных окладов и персональных надбавок, а также действующих премиальных положений.

Часовая ставка работника может быть рассчитана делением заработной платы на фактически отработанное количество часов [17]:

$$ЧС = \frac{ЗП_i}{ФРВ_i} \tag{4.2}$$

где ЗПi - месячная заработная плата i-го работника, тг;

ФРВi - месячный фонд рабочего времени i-го работника, час.

Основная заработная плата работников определяется по формуле (4.3):

$$C_{осн} = C_{ср} \cdot T, \tag{4.3}$$

где $C_{осн}$ – заработная плата работников (тг.);
$C_{ср}$ – средняя дневная оплата труда работников;
T – трудоемкость работы (чел.ч.).

Оценка трудоемкости работ по проекту приведена в 4.4. Главный специалист выполняет постановку задачи, организует деятельность проектной группы, обучает других монтажников, а также контролирует сроки работ.

Менеджер отвечает за всю проектно-сметную документацию, закуп оборудования, и оформление отчетов.

Монтажники вместе с главным специалистом настраивают и подключают сервис.

а) для главного специалиста:

$$З_{осн} = 1488 \cdot 128 = 190464 тг$$

б) для менеджера:

$$З_{осн} = 892{,}9 \cdot 88 = 78575 тг$$

в) для монтажников:

$$З_{осн} = 952{,}3 \cdot 120 = 114276 тг$$

$$З_{осн} = 952{,}3 \cdot 120 = 114276 тг$$

Дополнительная заработная плата работников, учитывающая потери времени на отпуска и болезни (принимается в среднем 15% от основной заработной платы):

$$З_{доп} = 0{,}15 \cdot З_{осн} \tag{4.4}$$

а) для главного специалиста:

$$З_{доп} = 0{,}15 \cdot 190464 = 28750 тг$$

б) для менеджера:

$$З_{доп} = 0{,}15 \cdot 78575 = 11786 тг$$

в) для монтажников:

$$З_{доп} = 0{,}15 \cdot 114276 = 17141 тг$$

$$З_{доп} = 0{,}15 \cdot 114276 = 17141 тг$$

Отчисления на социальные нужды состоят из единого социального налога. Ставка налога рассчитывается, исходя из зарплаты сотрудника.

- пенсионный фонд Республики Казахстан — 10 %;
- Социальный налог—9,5%.

Фонд оплаты труда складывается из основной и дополнительной заработной платы. Фонд оплаты труда определяется по формуле (4.5):

$$ФОТ = З_{осн} + З_{доп} \quad (4.5)$$

где $З_{ОСН}$ – основная заработная плата;

$З_{ДОП}$ – дополнительная заработная плата.

а) для главного специалиста:

$$ФОТ = З_{осн} + З_{доп} = 190464 + 28570 = 219034 тг$$

б) для менеджера:

$$ФОТ = З_{осн} + З_{доп} = 78575 + 11786 = 90361 тг$$

в) для монтажников:

$$ФОТ = З_{осн} + З_{доп} = 114276 + 17141 = 131417 тг$$

$$ФОТ = З_{осн} + З_{доп} = 114276 + 17141 = 131417 тг$$

$$\sum ФОТ = 219034 + 90361 + 131417 + 131417 = 571689 тг$$

Отчисления на социальные нужды вычисляются по формуле (4.6)

$$С_{соц} = (ФОТ - С_{п}) \cdot 9{,}5\% \quad (4.6)$$

а) для главного специалиста:

$$С_{соц} = (219034 - 21903{,}4) \cdot 9{,}5\% = 18727{,}4 тг$$

б) для менеджера:

$$C_{соц} = (90361 - 9036{,}1) \cdot 9{,}5\% = 7725{,}9 тг$$

в) для монтажников:

$$C_{соц} = (131417 - 13141{,}7) \cdot 9{,}5\% = 11236{,}2 тг$$

$$C_{соц} = (131417 - 13141{,}7) \cdot 9{,}5\% = 11236{,}2 тг$$

$$\sum C_{соц} = (18727{,}4 + 7725{,}9 + 11236{,}2 + 11236{,}2 = 48925{,}7 тг$$

Общая сумма затрат на оплату труда составила:

$$\sum З_{о.тр.} = \sum C_{соц} + \sum ФОТ = 48925{,}7 + 571689 = 620614{,}7 тг$$

Командировочные расходы

В данной статье рассматриваются командировочные расходы: общая стоимость билетов на поезд в оба конца (с Алматы до Актау и обратно), стоимость суточных и проживания.

Выезд на обследование объекта - 4дня, монтажные работы – 9дней.

1МРП=2 778 тг

Таблица 4.6 – Расчет командировочных расходов

Наименование работ	Кол-во человек	Суточные расходы	Расходы на проезд к месту командировки и обратно	Расходы на проживание	Сумма, тг
Выезд на обследование	1	66 672	30 000	66 672	163 344,00
Монтажные работы и установка оборудования	4	600 048	120 000	711 168	1 431 216,00
Итого					1 594 560,00

Теперь можно составить полную смету статьи затрат. Норма маржи принимается в размере 20%.

Таблица 4.7 – Расчет стоимости проекта системы спутниковой связи на море

Статьи затрат	Сумма, тг
1. Стоимость оборудования	31 712 691,00
2. Затраты на расходные материалы	110 000,00
3. Расходы на фонд оплаты труда	620 614,7
4. Услуги сторонних организации	760 000,00
5. Командировочные	1 594 560,00
Итого производственных расходов	34 797 865,7
Маржа 20%	6 959 573,14
Итого по смете	**41 757 438,84**
Итого стоимость услуг с НДС	**45 933 182,724**

Несмотря на большую стоимость системы спутниковой связи с гиро-стабилизацией, развивающиеся страны активно внедряют сети передачи данных и проводят политические реформы для содействия таким системам [18]. Внедрение спутниковой связи на судне связано с неоспоримым фактом, что оптимизация спутниковой связи может ускорить развитие экономики. Спутниковая связь на судне предлагает хорошую платформу для предоставления информационно-коммуникационных технологий (ИКТ), обеспечивая экономически эффективное решение и доступ для удовлетворения потребностей этих стран в телекоммуникациях, радиовещании на море, в обороне, безопасности и диверсификации доходов. Развивающиеся страны, которые еще не в полной мере используют эту универсальную технологию, платят дороже.

4.3. Прибыль от реализации оборудования

Эксплуатационные расходы (Э) для такой системы рассчитывается по формуле (по данным ранее показанных расчетов):

$$Э = ФОТ + З_М + Э_{пр} = 620614{,}7 + 110000 + 760000 + 1594560 = 3085174{,}7 тг \quad (4.8)$$

где ФОТ – фонд оплаты труда,

$З_М$ – затраты на расходные материалы,

$Э_{пр}$ – прочие расходы.

Величина доходов от продажи оборудования составляет 20% процентов от суммы. Тогда выручка от продажи составит:

$$Д = 695957314 тг$$

Кроме того, дополнительно для оператора будет дополнительный доход за предоставление услуг связи.

Балансовую прибыль определим по формуле ($П_{бал}$):

$$П_{бал} = Д - Э = 695957314 - 30851747 = 387439834 тг \quad (4.9)$$

где Д – доход от реализации,
Э – эксплуатационные расходы.

Чистая прибыль ($П_{чист}$):

$$П_{чист} = (1 - 0,2) \cdot П_{бал} = 0,8 \cdot 387439844 = 309951875 тг \quad (4.10)$$

где 0,2 – налог на прибыль,
$П_{бал}$ – балансовая прибыль

Рентабельность продаж ($Р_п$) показывает, насколько эффективно вы продаете и как меняется прибыльность бизнеса. Если совсем просто — она показывает, сколько копеек чистой прибыли в 1 тг дохода.

$$P_п = \frac{П_{бал}}{В_р} = \frac{387439834}{695957314} \cdot 100\% = 0,5567 \cdot 100\% = 55,67 тг \quad (4.13)$$

т.е. с каждого вырученного тенге получают 55,67тг прибыли.

Сведем основные экономические показатели системы спутниковой связи с гиро-стабилизацией в таблицу 4.8.

Таблица 4.8 – Экономические показатели проектируемой системы спутниковой связи на судне

Наименование показателя	Единица измерения	Величина показателя
Капитальные затраты на систему спутниковой связи с гиро-стабилизацией	тенге	39640863,75

Эксплуатационные расходы	тенге	3 085 174,7
Доход от реализации оборудования	тенге	6 959 573,14
Рентабельность продаж	тенге	55,67

Таким образом, на основе проведенных расчетов можно сделать вывод, что проектируемая система спутниковой связи с гиро-стабилизацией является экономически эффективной и быстро окупаемой.

5. Безопасность жизнедеятельности

5.1. Молниезащита зданий

Молниезащита – совокупность технических решений и специальных устройств, необходимых для защиты здания и его содержимого от взрывов и пр. опасностей.

Прямой удар молнии — особо опасный тип влияния на здания и сооружения, сопровождающийся непосредственным контактом с ними канала молнии.

Комплекс средств молниезащиты зданий или сооружений включает в себя устройства защиты от прямых ударов молнии (внешняя молниезащитная система (МЗС)) и устройства защиты от вторичных воздействий молнии (внутренняя МЗС).

Внешняя молниезащита перехватывает молнию и отводит ее в землю, обеспечиваю защиту сооружения от взрыва и разрушения, в то же время энергия разряда безвредно распространяется в грунте. Внешняя молниезащита включает в себя следующие составляющие: молниеотвод (молниеприемника), токоотводы (спуски) и заземлитель.

Внутренняя молниезащита (*устройство защиты от импульсных перенапряжений (УЗИП)*) — это комплекс защитного оборудования, предохраняющий электрическую сеть здания от перенапряжений, причиной которых выступают прямые и непрямые удары молнии. Другими словами, УЗИП обеспечивает защиту во время прямого удара молнии в здание, так и в случае попадания молнии в подведенные линии коммуникаций или вблизи здания.

Молниеотвод — устройство, поглощает молнию и отводит ее ток в землю. В состав молниеотвода входит его несущая часть или опора, молниеприемник, токоотвод и заземлитель. Больше встречающиеся виды молниеотводов — стержневой и тросовый.

Зона защиты молниеотвода — часть пространства, которое с достаточной степенью надежности (99%) обеспечивает защиту зданий и сооружений от прямых ударов молнии.

В карте мира грозовой активности, Казахстан находится в зоне минимальных сравнительных вероятностей. А вероятность непосредственного попадания молнии в линию еще на несколько порядков ниже, в особенности если рядом находятся высокие строения, мачты, деревья и т.п. Основным показателем выбора степени защиты является, безусловно, показатель стоимости – высокая стоимость защищаемого оборудования может стать весомым доводом в пользу усложнения схемы защиты и наоборот.

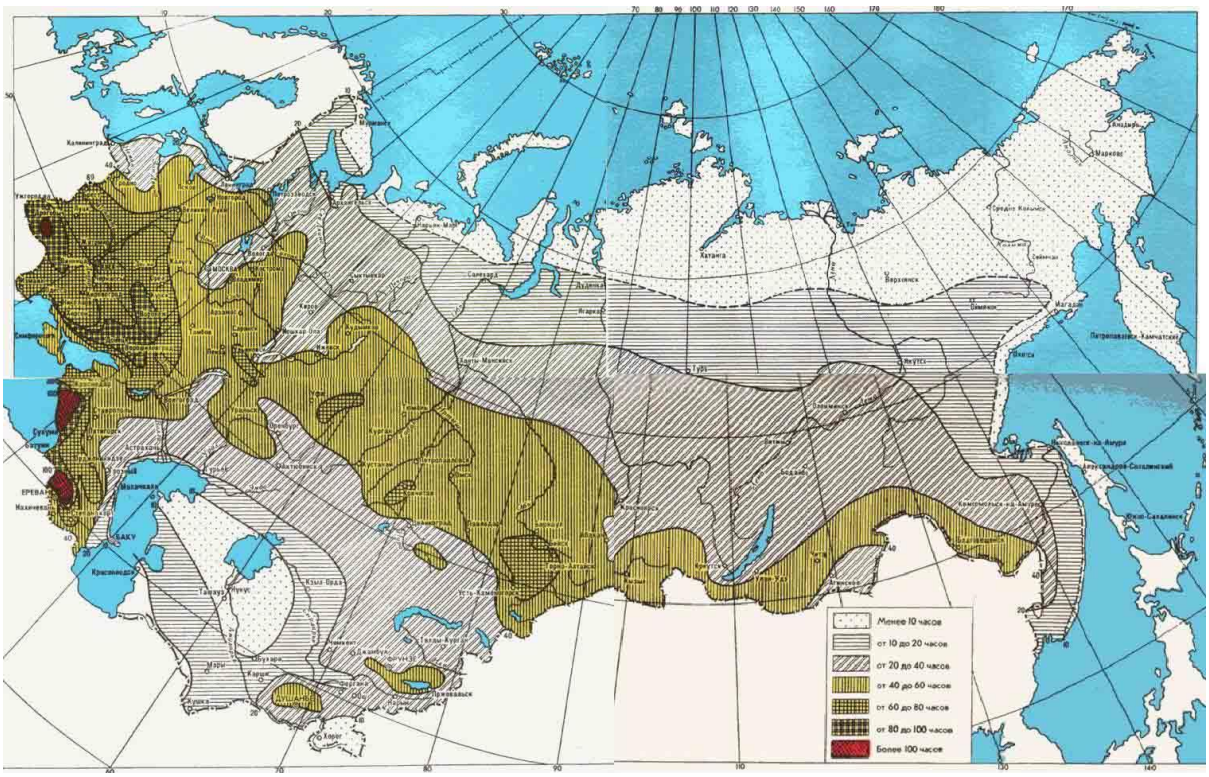


Рисунок 5.1 – Карта среднегодовой продолжительности гроз в часах для территории бывшего СССР

По рисунку 1 можно определить, что Алматы имеет среднегодовой продолжительность гроз равный 40-60 часов. При средней продолжительности гроз 40–60 часов в год можно ожидать за год 4 поражений (таблица 1).

Таблица 3.1 - Среднее число поражений молнией 1 км^2 земной поверхности в год в зависимости от среднегодовой продолжительности гроз

Среднегодовая продолжительность гроз, ч	Удельная плотность ударов молнии в землю **n**, 1/(км2*год)
20-40	2
40-60	4
60-80	5,5
80-100	7
Более 100	8,5

Условия климата и рельеф местности – основные моменты, влияющие на формирование грозовой облачности, и, как следствие гроз. Этот факт объясняет положение с неоднородностью грозовой деятельности над различными зонами земной поверхности. При расчете грозозащитных мероприятий прежде всего следует выяснить конкретную величину, характеризующую грозовую деятельность в данном участке. Такой величиной является интенсивность грозовой деятельности, которую принято определять

числом грозовых часов или грозовых дней в году, вычисляемым как среднеарифметическое значение за ряд лет наблюдений для определенного места земной поверхности.

5.2. Расчет зоны защиты одиночного стержневого молниеотвода

Стандартной защитной зоны одиночного стержневого молниеотвода высотой h является круговой конус высотой $h_0 < h$, вершина которого совпадает с вертикальной осью молниеотвода (рисунок 1). Размеры зоны находится с помощью двух параметров: высоты конуса h_0 и радиуса конуса на уровне земли r_0.

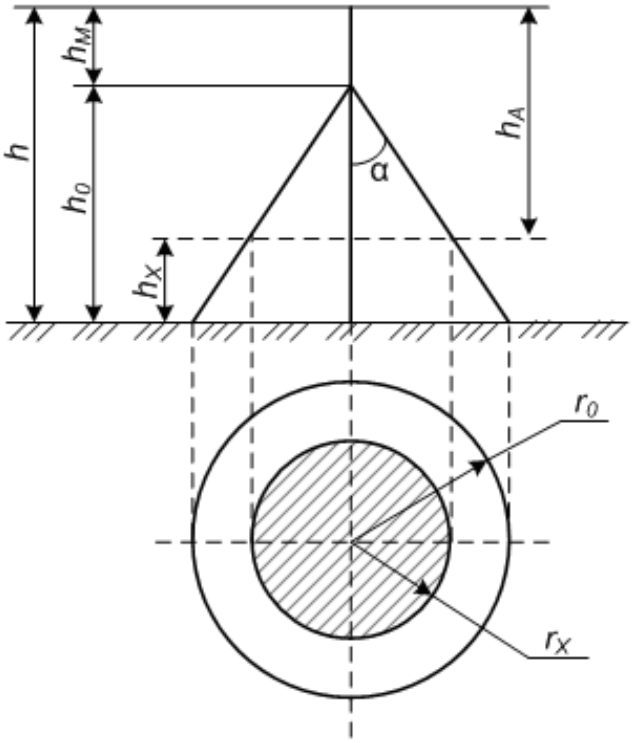


Рисунок 5.2 – Зона защиты одиночного стержневого молниеотвода.

Защитные зоны по своей степени надежности бывают двух видов:

А – степень надежности защиты больше 99,5%;

Б – степень надежности защиты, равный 95-99,5%.

Связи между параметрами молниеотвода в зависимости от типа зон защиты определены формулами:

для зоны А [20]

$$h_0 = 0{,}85h; \quad (5.1)$$

$$r_0 = \left(1{,}1 - 2 \cdot 10^{-3} h\right)h; \quad (5.2)$$

$$r_X = \left(1{,}1 - 2 \cdot 10^{-3} h\right)\left(h - 1{,}2 h_X\right), \quad (5.3)$$

где r_X – радиус горизонтального сечения на высоте защищаемого объекта, м; h_X – наибольшая высота защищаемого сооружения, м.

для зоны Б [20]

$$h_0 = 0{,}92h; \quad (5.4)$$

$$r_0 = 1{,}5h; \quad (5.5)$$

$$r_X = 1{,}5\left(h - 1{,}1 h_X\right). \quad (5.6)$$

Расчетные формулы (1-6) применяются для молниеотводов высотой до 150 м. Для более высоких молниеотводов необходимо прибегнуть к другим специальным методикам расчета.

Ожидаемое количество поражений N молнией в год производится по формулам:

для сосредоточенных зданий и сооружений (дымовые трубы, вышки, башни)

$$N = 9\pi h_X^2 n \cdot 10^{-6}, \quad (5.7)$$

где n – среднегодовое число ударов молнии в 1 км^2 земной поверхности в месте нахождения здания или сооружения, 1/(км^2·год);

для зданий и сооружений прямоугольной формы [20]

$$N = \left[\left(B + 6h_X\right)\left(A + 6h_X\right) - 7{,}7 h_X^2\right] n \cdot 10^{-6}, \quad (5.8)$$

где A – длина объекта, м; B – ширина объекта, м.

для протяженных объектов [20]

$$N = 6 h_X A n \cdot 10^{-6}. \quad (5.9)$$

Выбор типа зоны защиты осуществляется в соответствии с [19] в зависимости от назначения, географического местоположения, классов взрыво- и пожароопасности защищаемого объекта, а также с учетом средней продолжительности гроз в год.

По данному разделу необходимо рассчитать высоту отдельно стоящего стержневого молниеотвода для защиты от прямых ударов молнии здания цеха.

Здание расположено в г.Алматы, и имеет следующие габариты:

L = 16 м; S = 8 м; h = 6 м.

Порядок расчета перечислена таким образом:

1. Определение по классификации ПУЭ класс взрывопожароопасной зоны для цеха. Цех по классификации ПУЭ относится к классу В-III.

2. Определение требуемой категории устройства защиты цеха от воздействия атмосферного электричества.

3. Определение требуемого типа защиты для цеха.

По карте среднегодовой продолжительности гроз находим, что интенсивность грозовой деятельности на территории Алматы составляет 40…60 ч в год. Поскольку цех относится к III категории, и подлежит молниезащите в г.Алматы с грозовой деятельностью 40 ч и более в год, тип зоны защиты молниеотводов определяется в зависимости от степени огнестойкости здания.

Исходные данные для расчета зоны защиты одиночного стержневого молниеотвода сведены в таблице 1 для города Алматы.

Таблица 3.2. Данные для расчета зоны защиты одиночного стержневого молниеотвода

Обозначение параметра	Наименование параметра	Ед. изм.	Значение параметра
A	Длина объекта	м	16.00
B	Ширина объекта	м	8.00
h_X	Высота объекта	м	6.00
n	Удельная плотность ударов молнии в землю	1/км2·год	4.00
t_{CP}	Средняя продолжительность гроз в год	час	40-60

По формуле (8) получаем ожидаемое количество поражений молнией в год N=0,0087472 шт/год.

Так как N>1, то зону молниеотвода принимаем типа Б со степенью надежности 95% и выше.

В зависимости от N и t_{CP} из [19] определяем требуемый тип зоны молниезащиты (зона Б).

Принимая расчетную высоту молниеотвода равной 30.00 метров в соответствии с (1-3), получаем

$$h_0 = 0{,}92 \cdot 30.00 = 27.60 \text{ м};$$

$$r_0 = 1{,}5 \cdot 30.00 = 45.00 \text{ м};$$

$$r_X = 1{,}5(30.00\text{-}6{,}52) = 35.22 \text{ м}.$$

При проверке защищенности объекта проверяется соблюдение условия

$$\sqrt{A^2 + B^2}/2 < r_X . \qquad (5.10)$$

$\frac{\sqrt{16^2+8^2}}{2} = 8{,}94 < 20.25$, условие соблюдено.

Зона защиты одиночного стержневого молниеотвода с указанием размеров приведена на рисунке 5.2.

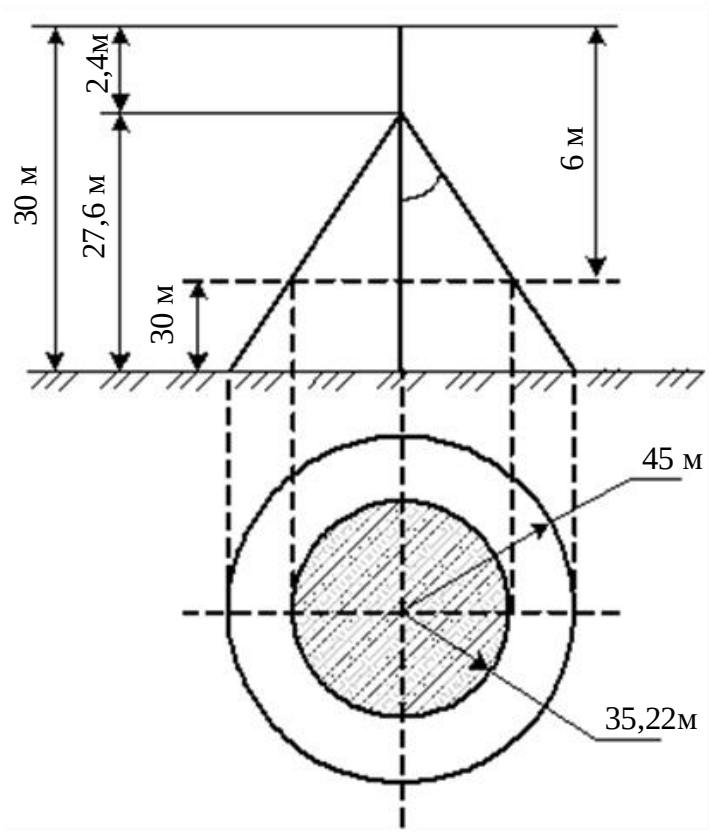


Рисунок 5.3 – Зона защиты одиночного стержневого молниеотвода с размерами.

Выводы: По простоте изготовления и недорогой стоимости, в качестве обеспечивающих высокую эксплуатационную надежность, стержневые молниеотводы являются наиболее распространенными. Эти молниеотводы имеют преимущество перед другими за счет их наглядной и достаточно несложно определяемой защитной зоны.

При защите цеха и расстановки зон защиты на плане было определено, что объект в целом защищается при высоте молниеотвода равном 30м и радиусом зоны защиты r_x=35,22м.

Установленные в стране пути определения зон защиты молниеотводов произведены на основании кропотливых и обширных исследований. Тем не менее, при подсчитывании были допущены ряд условностей. В связи с этим нет необходимости в конкретном определении очертания защитных зон, в особенности усложненного при двух молниеотводах.

Заключение

В ходе дипломной работы было создано техническое решение по организации спутниковой связи на судне.

Корабельные системы связи состоят из большой выносной антенны, крепящейся на судне стационарно, центрального блока и абонентских терминалов. Такие системы предназначены для всего судна и экипажа. Мощная антенна гарантирует высокое качество голосовой связи и широкополосный доступ в интернет.

В связи с тем, что суда в море находятся в постоянном движении в силу изменения курса, качки и рыскания, морские спутниковые антенны снабжаются гироскопом с целью стабилизации в пространстве и заданной направленности на геостационарный спутник, обеспечивая тем самым постоянный приём и передачу сигналов со спутника. Оборудование морской спутниковой системы состоит из двух основных частей: ODU – внешний блок, то есть антенна и приёмопередатчик, IDU – внутренний блок управления и спутниковый модем. Ведущими производителями гиростабилизированных антенных систем в настоящее время являются Orbit, Cobham Sea Tel, Furuno и т.д.

Современные спутниковые системы характеризуются в зависимости от того, к какому виду абонентского терминала они принадлежат, т.е. подвижной или фиксированной спутниковой системе. Для осуществления связи подвижной спутниковой связи применяется технология VSAT, который имеет малую апертуру, что дает наиболее экономичное построение спутниковой системы связи.

В настоящее время на рынке существуют многочисленные провайдеры VSAT, такие как Speedcast, Singtel, KVH Industries, Orange Business Services, Satlynx, Hughes Network Systems, Intelsat, Ship Equip, Globecomm, Caprock и т.д.

Главной компанией, которая занимается обеспечением морских судов надежной связью является Инмарсат. Спутниковая группировка в настоящее время состоит из 14 геостационарных спутников и принадлежит Инмарсат (Великобритания).

В Казахстане основными провайдерами спутниковой связи являются Iridium и Thuraya, которые предоставляют клиентам быструю передачу и прием спутниковых сигналов связи.

Однако, указанные виды услуг спутниковой связи имеют свои недостатки в экономическом аспекте. Это выражено тем, что стоимость услуг данных сервисов является более чем дорогой, по сравнению со стандартными услугами местных VSAT-операторов.

В подразделе экономические аспекты внедрения системы спутниковой связи с гиростабилизацией приведены необходимые оборудования и материалы для организации данной системы, их стоимость.

На море Каспий плавают так называемые морские общежития, которые имеют свои жилищные комнаты, а также рабочие офисы, здесь они ведут свою деятельность. В данном случае без услуг связи и Интернета на море невозможно представить дальнейший ход всего рабочего процесса. Кроме того, на простом уровне важно обеспечить работников связью с близкими людьми, для поддержания их психологическо-эмоционального состояния.

На данный момент в Казахстане такие услуги предоставляют Инмарсат, Турая, которые предлагают уже готовые решения. Однако, предлагаемое в данной дипломной работе техническое решение, предполагает использование других оборудований для организации спутниковой связи на судне.

Услуги Инмарсат для обычных граждан оказываются очень дорогими и в связи с этим компания-заказчик может обеспечить связью своих сотрудников более дешевой связью, которую может предложить технология VSAT.

Список литературы

1. Dimov Ilcev, Stojce. Global Mobile Satellite Communications: For Maritime, Land and Aeronautical Applications. – The Netherlands: Springer, 2005.

2. Maral, Gerard. VSAT Networks/Gerard Maral. – 2nd ed. – England: John Wiley&Sons Ltd, 2003.

3. Kujjala, Pentti. Marine Design XIII, Volume 2. Pentti Kujala, Liangliang Lu. – Helsinki: CRC Press, 2018.

4. Cochetti, Roger. Mobile satellite communications handbook / Roger Cochetti. – Second edition. – Canada: John Wiley&Sons, Inc, 2015.

5. Gottlieb, A. Navigating The Complex World Of Maritime VSAT / Alan Gottlieb // Worldwide Satellite Magazine “SatMagazine”. – September, 2009 Edition. – P. 67-70.

6. [Электронный ресурс] http://www.rcsc.kz/ru/o-kompanii

7. Hobbs, Marvin. Basics of Missile Guidance and Space Techniques. – Wildside Press LLC, 2010.

8. Вагущенко, Л.Л. Интегрированные системы ходового мостика. – Одесса: Латстар, 2003. – 169 с.

9. Harmon, Jim. GPS Fishing Marks, Australia Wide. - Australian Fishing Network, 2010.

10. Weintrit, Adam. Marine Navigation and Safety of Sea Transportation. - CRC Press, 2009.

11. Чеботарев В. Е., Шмаков Д. Н., Анжина В. А. Концепция лунной системы спутниковой связи // Исследования наукограда. 2014. № 1(7) (январьмарт). С. 26–31.

12. Марков Г. Т., Сазонов Д. М. Антенны. Учебник для студентов радиотехнических специальностей вузов. 2-е изд., перераб. и доп. М: Энергия, 1975. 523 с.

13. Спутниковая связь и вещание / Под ред. Л. Я. Кантора. 2-е изд. М: Радио и связь, 1988.

14. Гавриленко, В.Г., Яшнов, В.А. Распространение радиоволн в современных системах мобильной связи. – Нижний Новгород: 2003.

15. Скляр Б. Цифровая связь. Теоретические основы и практическое применение. 2-е изд. Пер. с англ. М.: ИД «Вильямс», 2003. 1104 с.

16. Базылов К.Б., Алибаева С.А., Бабич А.А. Методические указания по выполнению экономического раздела выпускной работы бакалавров для студентов всех форм обучения специальности 050719 – Радиотехника, электроника и телекоммуникации – Алматы: АИЭС, - 2008. -19 с.

17. Бекишева А.И. Методические указания к выполнению экономической части дипломной работы для бакалавров специальности 5В0703 - Информационные системы – Алматы: АУЭС; 2013. –24 с.

18. Emmanuel Adugu, et al, «Politics and Technology Converge: Case Studies on the Effect of regulatory Reform on VSAT Adoption in Developing Countries», Online Journal of Space Communications, Dec. 2003.

19. РД 34.21.122-87. Инструкция по устройству молниезащиты зданий и сооружений.

20. Приходько Н.Г., Жандаулетова Ф.Р., Амренова А.Ж. Основы пожарной безопасности: Учебное пособие (для студентов высших учебных заведений специальности «Безопасность жизнедеятельности и защита окружающей среды») / Н.Г. Приходько, Ф.Р. Жандаулетова, А.Ж. Амренова. – Алматы: АУЭС, 2015.

21. К.А. Алипбаев, Е.Е. Исмаил. Методические указания к выполнению дипломной работы для студентов специальности 5В0746 - Космическая техника и технологии.- Алматы: АУЭС, 2019.