МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

Некоммерческое акционерное общество
АЛМАТИНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ЭНЕРГЕТИКИ И СВЯЗИ

кафедра Система управления аэрокосмической техникой

«Допущен к защите»
Заведующий кафедрой _____
_____
(Ф.И.О., ученая степень, звание)
_____ «_____»_____ **20__ г.**
(подпись)

ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ

На тему: Система контроля управления автотранспортом

Специальность 5В074600 Космическая техника и технологии

Выполнил (а) Шамарбаев Анвар Ибрагимович КСС ИН-12-01
(Фамилия и инициалы) группа

Научный руководитель Кузин М.Д. д.ф.м.н, проф.
(Фамилия и инициалы, ученая степень, звание)

Консультанты:

по экономической части:
Векшина А.И., к.э.н., доцент
(Фамилия и инициалы, ученая степень, звание)
_____ «19» 05 2016 г.
(подпись)

по безопасности жизнедеятельности:
к.х.н., доцент Шаталов Иван Федорович
(Фамилия и инициалы, ученая степень, звание)
_____ «15» 05 2016 г.
(подпись)

по применению вычислительной техники:
_____
(Фамилия и инициалы, ученая степень, звание)
_____ «_____»_____ 20__ г.
(подпись)

Нормоконтролер: Шимшербаев К.К. к.т.н., профессор ВАК
(Фамилия и инициалы, ученая степень, звание)
_____ «10» 06 2016 г.
(подпись)

Рецензент: к.т.н. Маембаева Л.И.
(Фамилия и инициалы, ученая степень, звание)
_____ «09» 06 2016 г.
(подпись)

Алматы 2016 г.

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

Некоммерческое акционерное общество
АЛМАТИНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ЭНЕРГЕТИКИ И СВЯЗИ

Факультет Аэрокосмических и информационных технологии
Специальность 5В074600 - Космическая техника и технологии
Кафедра Система управления аэрокосмической техникой

ЗАДАНИЕ
на выполнение дипломного проекта

Студент Момирбаев Анвар Ибрагимулы
(фамилия, имя, отчество)

Тема проекта Система контроля управления автотранспортом

утверждена приказом ректора № 148 от «19» октября 2015 г.
Срок сдачи законченной работы « ___ » _____ 20___ г.
Исходные данные к проекту требуемые параметры результатов проектирования (исследования) и исходные данные объекта
Населенные пункты Алматы и Костанай
Географическое положение Алматы широта 43.2° долгота 76.5°, Костанай широта 53° долгота 63°
Техническая спецификация ИСЗ KazSat-2 точка стояния на ГСО - 86.5° град, количество стволов - 16, диапозон частот - Ku

Перечень подлежащих разработке дипломного проекта вопросов или краткое содержание дипломного проекта:
Задачи радионавигации; Принципы построения спутниковых навигационных систем; Системы спутниковой радионавигации; Расчет энергетической геостационарной спутниковой линии связи для передачи данных. Расчет зависимости энергетических параметров негеостационарных спутников от высоты орбиты

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей)

Рисунки: Схема расположения навигационных обектов и принятые обозначения; Геометрическая засечка; Спутниковая система Глобального Позиционирования Global Positioning System (GPS) Функциональная схема аппаратуры потребителя, Расположение спутников на информационном экране навигатора, сетевая радионавигационная спутниковая система Глонасс, Структура сигнала ГЛОНАСС, схема использования, геостационарного спутника связи для контроля и управления транспорта на основе спутниковой радионавигационной системы GPS. Геометрические соотношения при оценке энергетических затрат.

Рекомендуемая основная литература

1. Козин И.Д. "Спутниковые радионавигационные системы" / Алматы: АИЭС, 2008 г.
2. Шебшаевич В.С., Иванович Н.В. и Дмитриев П.П. и др. „Сетевые спутниковые радионавигационные системы" / М: Радио и связь, 1989 г, 272 с.
3. Глобальная навигационная спутниковая система ГЛОНАСС. Интерфейсный контрольный документ. М.: КНИЦ ВКС, 1995.

Консультанты по проекту с указанием относящихся к ним разделов

Раздел	Консультант	Сроки	Подпись
Эконом. часть	Бекмуева А.М.	14.03 – 19.05.16	
Безоп. жизнедеятельности	Мыздалов И.Ф.	11.03 – 18.05.16	
Нормоконтролер	Шимшербаев Н.К.	10.06.2016	
Основная часть	Козин И.Д.	09.06.16.	

Г Р А Ф И К
подготовки дипломного проекта

№ п/п	Наименование разделов, перечень разрабатываемых вопросов	Сроки представления руководителю	Примечание
1	Спутниковая радионавигационная система. Принципы работы	19.01.16	
		25.01.16.	
2	Спутниковая навигация	5.02.16	
3	Физические принципы СРНС	15.02.16.	
4.	Выбор системы местоопределения	7.03.16	
5	Расчет энергетический линии	14.03.16.	
	связи Алматы-KazSat2	15.03.16.	
	на участке „вверх"	17.03.16.	
6.	Энергетический расчет линии	28.03.16	
	связи KazSat2-Костанай	29.03.16.	
	на участке вниз		
7.	Расчет слс Алматы-KazSat2	2.04.16	
8	Расчет слс KazSat2-Костанай	4.04.16.	
9	Безопасность жизнедеятельности	7.04.16	
10	Анализ условий труда	10.04.16.	
11	Организация рабочего места	11.04.16.	
12.	Расчет искусственного и		
	естественного освещения	20.04.16	
13	Технико-экономическая часть	6.05.16	
14	Расчет капитальных затрат	10.05.16.	
15	Организационный план	12.05.16.	
16	Расчет доходов	17.05.16.	
17.	Экономическая эффективность	25.05.16.	

Дата выдачи задания «03» 11 2015 г.

Заведующий кафедрой СУАТ _____ М. Шилмырбаев
(подпись) (Фамилия и инициалы)

Руководитель _____ Козин И.Д.
(подпись) (Фамилия и инициалы)

Задание принял к исполнению
студент _____ Малырбаев А.И.
(подпись) (Фамилия и инициалы)

Аннотация

Дипломный проект посвящен применению спутниковой радионавигационной системы (РНС) - GPS для контроля и управления автотранспортом на маршруте Алматы-Кустанай.

Влияние на выбор GPS оказали: высокая точность, безопасность, управляемость, доступность. В проекте приводятся аналитический обзор о РНС, расчётные данные верхних и нижних точек геостационарной спутниковой линии связи, энергетические характеристики, энергетический выигрыш в средне орбитальных спутниковых системах в зависимости от высоты орбиты.

Рассмотрены условия труда, технические решения обеспечения безопасности и жизнедеятельности на предприятии связи.

В технико- экономической части проекта приводятся расчетные данные по капитальным и текущим затратам, по доходам и экономической эффективности проекта.

Abstract

The diploma project is dedicated to the use of satellite radio navigation system - GPS for monitoring and control of road on the route Almaty-Kostanay.

Influence the choice of GPS have: high accuracy, security, manageability, availability. The project provides an analytical overview of the radio navigation system, estimates of the upper and lower points of the geostationary satellite communication lines, power characteristics, the energy gain in the medium orbit satellite systems, depending on the height of the orbit. We consider the working conditions, technical security solutions and life connected enterprise.

The technical and economic part of the project are estimates of the capital and operating costs, revenue and economic efficiency of the project.

Аңдатпа

Бұл дипломдық жобада, жерсерікті радионавигациялық жүйесін (РНС) – автокөлікке арналған GPS-пен басқару және бақылау үшін Алматы-Қостанай бағытында қолдану.

GPS–ті таңдауға әсер ететін факторлар: жоғары дәлдік, қауіпсіздік, басқару, қол жетімділік жобада РНС туралы талдамалық шолу келтірілді, есептік деректер жоғарғы және төменгі нүктелерінің геостационарной спутниктік байланыс желілері, энергетикалық сипаттамалары, энергетикалық ұтыс орта орбиталық жерсеріктік жүйелерде орбитаның биіктігіне байланысты.

Еңбек шарттары қаралды , техникалық шешімдерді қамтамасыз ету тіршілік қауіпсіздігі кәсіпорындағы байланыс.

Жобаның техника - экономикалық бөлімінде есептік деректер бойынша күрделі және ағымдағы шығындар келтіріледі, жобаның табыстары және экономикалық тиімділігі бойынша.

Содержание

Введение 8
1 Общие принципы работы радионавигационных систем. Спутниковая радионавигационная система 9
1.1 Задачи радионавигации 9
1.2 Требования потребителей к радионавигационным системам 9
1.3 Принципы построения спутниковых навигационных систем 11
1.4 Физические и геометрические принципы действия СРНС 12
1.5 Системы спутниковой радионавигации 15
1.5.1 Спутниковая радионавигационная система «NAVSTAR - GPS» 19
1.5.2 Спутниковая радионавигационная система «ГЛОНАСС» 20
1.6 Система местоопределения, использующая специализированную спутниковую радионавигационную систему 24
2 Расчет энергетической спутниковой линии связи. Расчет энергетического выигрыша в средне орбитальных спутниковых системах в зависимости от высоты орбиты. 25
2.1 Расчет энергетической спутниковой линии связи Алматы – Костанай 27
2.1.1 Расчет спутниковой линии связи Алматы - KazSat2 на участке «вверх» 27
2.1.2 Расчет спутниковой линии связи KazSat2 - Костанай на участке «вниз» 33
2.2 Расчет энергетической спутниковой линии связи Костанай – Алматы 37
2.2.1 Расчет спутниковой линии связи Костанай - KazSat2 на участке «вверх» 37
2.2.2 Расчет спутник в й линии связи KazSat2 - Алматы на участке «вниз» 42
2.3 Расчет энергетического выигрыша в средне орбитальных системах в зависимости от высоты орбиты. 47
3 Безопасность жизнедеятельности 48
3.1 Анализ условия труда на предприятии связи 51
3.1.1 Оборудования для осуществления метеорной радиосвязи 51
3.1.2 Организация рабочего места 51
3.1.3 Оценка воздействия ЭМП на обслуживающий персонал 53
3.1.4 Анализ освещения 54
3.2 Технические решение обеспечение безопасности и жизнедеятельности 55
3.2.1 Расчет воздействия ЭМП на обслуживающий персонал 55
3.2.2 Расчет естественного освещения 57
3.2.3 Ра счет искусственного освещения методом коэффициента использования светового потока 58
4 Техник -экономическое обоснование проекта 59
4.1 Сущность и цель проекта 62
4.2 Организационный план 60
4.2.1 Капитальные затраты 60
4.2.2 Текущие затраты на эксплуатацию данной системы связи 62

4.3 Расчет доходов 65
4.4 Расчет показателей экономической эффективности 67
Список сокращений 68
Заключение 69
Список литературы 70
Приложение А . Инженерный расчет в программной среде Mathcad 71

Введение

На сегодняшний день во всем мире для обеспечения автоматического контроля и управления за перемещением разного вида автотранспортом успешно применяются передовые спутниковые радионавигационные системы связи. В связи с этим большинство организаций и предприятий проявляют большой интерес к оперативному слежению за местоположением и состоянием подвижных объектов, а также в случае необходимости - передачи на них нужной оперативной информации. В настоящее время успешно применяются такие широко известные (спутниковые) навигационные системы, как ГЛОНАСС (Россия), GPS (США), Galileo (Евросоюз). Они дают возможность определить, с помощью приборов-навигаторов, в том числе и портативных, текущее местоположение (координаты), дату и время, траекторию и скорость движения объектов на суше и на море, а так же в околоземном пространстве.

Навигационная система — это совокупность приборов, алгоритмов и программного обеспечения, позволяющих произвести ориентирование объекта в пространстве (осуществить навигацию). Известно, что работу навигационных систем обеспечивают: карты, имеющих видео; графический или текстовый форматы; определения местоположения посредством датчиков или других внешних источников (например, навигационные спутники); информации от других объектов. [1]

Важнейшим прогрессом в задачах навигации является использование радиоволн. Постоянно совершенствуются методы радионавигации и продолжают развиваться, а также совершенствоваться в направлениях удобства их использования, себестоимости и точности определения координат. Наиболее точными системами определения координат стали спутниковые радионавигационные системы (СРНС).

Повышение интенсивности наземного движения на длинных маршрутах и экономичных эшелонах делает насущно необходимым повышение точности навигационных систем, обеспечивающих вождение на автомобильных трассах.

Внедрение спутниковых радионавигационных систем связи для контроля за автотранспортами дает следующие преимущества:

- экономия топлива;
- экономия времени;
-повышение эффективности перевозки наземным видом;
-улучшение качества продукции и обеспечение сохранности, целостности продукции;
- предотвращение простаивания;
-облегчение и ускорение работы водителей.
- обеспечение безопасности и т.д.

Все сэкономленные средства на эти ресурсы, компания может тратить по своему усмотрению. В результате прибыль компании увеличивается.

В Казахстане для определения местоположения автотранспорта с радионавигационной системой применятся с 1990 годов, но они до сих пор не нашли широкого применения в силу их стоимости, а также не

информированности граждан. Применение данной системы в Казахстане особенно актуально в силу протяжённости маршрутов между городами, а также в силу климатических и экономических особенностей.

Целью настоящего проекта явилась расчет системы контроля автотранспортом маршрута Алматы-Костанай.

Для решения данной цели поставлены следующие задачи:

- определение нижней точки маршрута Алматы-Костанай;
- определение верхней точки маршрута Алматы-Костанай;
- расчет спутниковой линии связи маршрута Алматы-Костанай;
- рассмотрение мер по обеспечению безопасности труда работника, определяющего местоположение автотранспорта на рассматриваемом маршруте;
- расчет экономической эффективности проекта.

1 Спутниковая радионавигационная система, структура, виды и принцип работы

В этом разделе рассмотрим основные области применения и принципы построения радионавигационных систем. Виды спутниковых навигационных систем, а так же метод местоопределения выбранный для дипломного проекта.

1.1 Функции радионавигационной системы

Радионавигационные системы используются для:

- определения местоположения подвижных объектов в пространстве (космический, воздушный, водный и наземный транспорт);
- управления движением воздушного, наземного и водного транспорта;
- геодезического обеспечения при картографии и океанографии, геологоразведке и добыче полезных ископаемых;
- выполнения специальных задач, такие как поисково-спасательные работы, маневрирование при ловле рыбы, научно-исследовательские (экспериментальные) работы и др.;
- мониторинга деформаций инженерных сооружений и естественных объектов в целях предупреждения техногенных катастроф;
- воздушной навигации: полет по маршруту (прокладка и отображение курса, определение расстояний до пункта назначения и оценка времени прибытия в аэропорт назначения); заход на посадку (здесь в первую очередь предъявляются требования к достоверности навигационной информации и обнаружению отказов с помощью контроля целостности системы);
- навигации морских и речных судов, обеспечения безопасности плавания в узких проливах; мониторинга рыболовецких флотов, квотирования и контроля добычи морских продуктов;
- навигации в наземных условиях и диспетчерских служб грузовых автомобильных перевозок; выбора оптимального маршрута, отслеживания местоположения грузовика, оснащенного GPS-приемником; контроля целостности груза и своевременности прибытия и т.д.;
- на железнодорожном транспорте – для повышения безопасности движения, режимов ведения поездов;
- навигации бытового назначения.

Это далеко неполный перечень основных направлений использования средств глобального позиционирования.[1]

1.2 Условия потребителей к радионавигационным системам

РНС должны отвечать следующим требованиям:

- соответствие размера рабочей зоны;
- высокая точность определения местоположения объектов;
- легкодоступность;
- целостность;

- непрерывная работа;
- дискретность определения местоположения объектов;
- высокая пропускная способность.

Ниже приведены краткие определения каждого варианта:

1) соблюдение размеров рабочей зоны, то есть область пространства, где можно определить координаты вашего местоположения.

2) точность позиционирования является абсолютное значение разности между измеренным и истинным значениям их происхождения или стандартное отклонение.

3) наличие РМР - вероятность получения достоверной информации о его местонахождении.

4) целостность РНС - способность системы для обнаружения неисправностей и устранить использование расчетной вероятности потребительского уведомления, в случае нарушения системы в течение приемлемого периода времени.

5) непрерывная работа - без вероятности отказа и системы характеризуется пороговому интервалу времени.

6) дискретное позиционирование - это минимальный временной интервал, при котором возможно новое позиционирование.

7) Высокая производительность - максимальное количество одновременно работающих пользователей. Любая радиосвязь, связь, навигация или место может быть организовано с разрешения международной организации, созданной в соответствии с их правилами и законами. Основная организация в этой системе является Международный союз электросвязи (МСЭ), при функционировании: Международная комиссия по радиочастотам (МКРЧ), занимается распределением, распределением и распределения полос частот; Международный консультативный комитет по радиочастотам (МККСН), участвует в разработке руководящих принципов и других документов. Список всех административных, лицензирования, предписывающие документы периодически публикуются в документе, который называется регулированию коммуникаций. Он также определяет радионавигационной службы: воздушной навигации, морской радионавигации в морской подвижной службе (бедствия и вызова), Mobile (бедствия и вызова), радионавигации и спутниковое радио, а также предоставляет список полос и волн, выделенных для использовать в этих системах. Служба радиолокации и навигации, определенные правила ведения.

В любом случае, создание радио в пределах указанных выше диапазонов требуется распределение радиочастотного (распределение частот). В нашей стране разрешение на использование радиочастот, выданных Агентством по информатизации и связи.

Таблица 1.1 - Распределение частот по РНС на первичной основе

РНС, их разновидности	Частоты
Воздушная	кГц: 315-405; 415-435; МГц: 74,8-75,2; 108-117,975; 328,6- 335,4; 960-1215; 1300-1350; 1559- 1626,5; 2700-2900; 4200-4400; 5000- 5250; 5350-5460; 8750-8850; 9000-9200; ГГц: 13,25-13,4 15,4-15,7;
Морская	кГц: 283,5-315; 2625-2650; МГц: 5470-5650; 9200-9300;
Морская подвижная (бедствие и вызов)	МГц: 156,7625-156,8375;
Подвижная (сигналы бедствия и вызова)	кГц: 495-505; 2173,5-2190,5;
Радионавигационная	кГц: 9-14; 70-72; 72-84; 84-86; 86-90; 90-110; 110-112; 112-115; 115-117,6; 117,6-126; 126-129; 129-130; 405-415 МГц: 399,9-400,05; 1215-1260; 1559- 1610; 2900-3100; 5460-5470; 8500-8750; 9300-9800; ГГц: 14-14,3; 24,25-25,25; 31,8-33,4; 43,5-47; 66-71; 95-100; 134-142; 190- 200; 252-265;

1.3 Структура спутниковых навигационных систем

Структура спутниковой навигационной системы довольно легко. С помощью ракеты-носителя на орбиту вокруг Земли началось нужное количество искусственных спутников, которые размещаются на борту передатчиков, играя роль навигационных точек.

Спутниковая навигационная система (СРНС) состоит из трех подсистем: космического, наземного и потребительских сегментов.Космический сегмент состоит из множества спутников, которые создают пространственную группу. Спутники обычно размещаются равномерно на определенных орбитах и испустить те же радионавигационные сигналы.

Наземный сегмент также осначен приемопередатчика оборудования с опорно-поворотных устройств для непрерывного мониторинга траектории полета навигационных спутников и отдавайте команды для ее коррекции в

случае ошибок. Расстояния до спутников определяются по радио или с оптическими методами. Потребитель приемник обнаруживает спутники, из которых принимаемые сигналы навигации, и определяет распределение времени задержки. Затем он вычисляет расстояние до каждого из них и, наконец, ваше местоположение, а именно широта, долгота и высота над уровнем моря.

1.3 Физические и геометрические принципы действия СРНС

Как уже упоминалось ранее, хотя глобальные навигационные спутниковые системы считается чрезвычайно сложной и высокоорганизованные технических систем, идеи и принципы, которые формируют их действие очень просто: это - определение мобильного расположения объекта путем измерения его расстояния от навигации точки, координаты которых известны. Исходные параметры для расчетов удалить приемник от S R в геоцентрической системе координат может быть представлена в виде рисунка ниже 1.1.

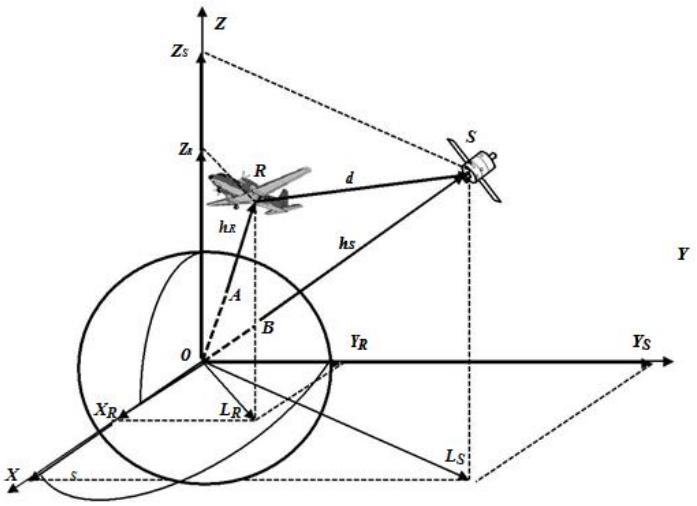


Рисунок 1.1. – Схема расположения навигационных объектов и принятые обозначения

Здесь мы имеем:

$$OA = OB = R_{\oplus},$$

h_R = AR и h_S = BS – выс ты приемника и спутника над п верхн стью Земли;

X, Y, Z – оси ортогональных геоцентрических координат,

$Z_S=(h_S+R_{\oplus})\cdot\sin\varphi_S$, $L_S=(h_S+R_{\oplus})\cdot\cos\varphi_S$,

$Z_R=(h_R+R_{\oplus})\cdot\sin\varphi_R$, $L_R=(h_R+R_{\oplus})\cdot\cos\varphi_R$,

где φ и λ - широта и долгота;

Z и L – проекции векторов на вертикальную ось и горизонтальную плоскость. Y Z

Тогда из разности векторов OS - OR находим

$d=[(Z_R - Z_S)^2 + L_R^2 + L_S^2 - 2 \cdot L_R \cdot L_S \cdot \cos(\lambda R - \lambda S)]^{1/2}$,

а также составляющие координаты: $X_{S,R}=L_{S,R} \cdot \cos\lambda_{S,R}$, $Y_{S,R}=L_{S,R} \cdot \sin\lambda_{S,R}$.

В основе метода, используемого в СРНС, чтобы найти так называемую линейную геодезический насечку. Ее суть сводится к известной геометрической задаче: найти положение точки R, расположенной на поверхности Земли (ОШ = 0), если положение двух других точек S1 и S2 и расстояние d1 и d2 известны (Рисунок 1.). В поисках точки R, очевидно, принадлежит одновременно к двум окружностям с радиусами D1 и D2, описанных из центров S1 и S2, т.е. является одной из двух точек пересечения этих окружностей. Аналитическое представление этого объекта выражается в системе из двух уравнений. [3]

$$d_1=\sqrt{(X_{S1} - X_R)^2 + (Y_{S1} - Y_R)^2}$$
$$d_2=\sqrt{(X_{S2} - X_R)^2 + (Y_{S2} - Y_R)^2}$$

где X, Y - прямоугольные координаты точек на плоскости. Искомые координаты X_R, Y_R точки R получаются из решения системы (1.2) двух уравнений с двумя неизвестными.

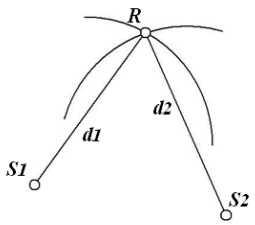


Рисунок 1. 2. - Геометрическая засечка

При обобщении этой задачи для пространственного построения вводится третья координата Z. Для определения теперь уже трех искомых координат X_R , Y_R , Z_R точки R понадобится решать систему из трех уравнений:

$$d_i = \sqrt{(X_{Si} - X_R)^2 + (Y_{Si} - Y_R)^2 + (Z_{Si} - Z_R)^2}\ ,i = 1,2,3 \qquad (1.3)$$

Таким образом, при решении линейной пространственной резекции должно быть 3 морских терминов (которые, кстати, не должны лежать на одной прямой, в противном случае система не будет иметь конкретное решение). При решении системы уравнений (1.2 и 1.3) координаты и расстояние должно быть выражено в одном измерении - пространственной или угловой. Конечно, количество опорных точек, к которой измеренные расстояния может быть больше, чем три, - то система (1.3) и становится переопределена задача решается с помощью метода наименьших квадратов. Аттракцион избыточные измерения, помимо повышения точности координат, дает еще возможность включения в систему уравнений дополнительных неизвестных параметров, определение которых необходимо для приемника koorrektsii часов. Если предположить, что на борту часы точны, разница между бортовых и наземных часов для каждого приемника постоянна. она рассчитывается путем итерации

или аналитически. [3]

С помощью этого метода в GNSS геодезические засечки решить две основные задачи:

- Определение спутниковых координат измеренных расстояний от опорных точек с известными координатами (прямая геодезическая метка);

- Определение координат наземных (или BTS) объекта для измерения расстояния от нескольких спутников, координаты которых известны (обратная геодезическая метка).

Первая проблема решается Service Management (наземный сегмент) орбитальной системы, второй - клиент (пользовательский сегмент). Для достижения наиболее точной навигации в приемник хорошо, учитывая геометрический принцип, называемый "Геометрический фактор снижения точности - GDOP" (геометрический фактор снижения точности).

Суть заключается в том, что, в зависимости от относительного положения спутников в небе геометрические отношения, которые характеризуют это место может быть повторно использован для увеличения или уменьшения все неопределенности, которые подробно обсуждаются ниже.

Мы представляем нашу позицию относительно спутников в виде кругового основания конуса, центры которых совмещены со спутниками. Так как измерение каждой содержит небольшое и не уверенность, необходимо представить точный круг размытой.

Наличие областей неопределенности не позволяет предположить, что мы находимся в четко определенной точке. Мы можем только сказать, что мы находимся где-то в диапазоне от общей площади не определенности.

В зависимости от угла между спутниками пересечение нечетких окружностей (расположение область неопределенности) может быть либо аккуратная квадратной или сильно растягиваются и неправильного четырехугольника.Другими словами, чем больше угол между направлением на спутники, тем более точным местоположение определено.

Исходя из этого, хорошие приемники оснащены вычислительных процедур, которые анализируют относительные положения всех доступных спутников для мониторинга и выбрать один из четырех кандидатов, то есть, хорошо расположены четыре спутника.

1.4 Системы спутниковой РНС

1.5.1 Спутниковая РНС «NAVSTAR - GPS»

Глобальная система позиционирования NAVSTAR (навигационная система с помощью определения времени и) является спутником ПНТ предназначены для обеспечения точной навигационной информации все соответствующим образом оборудованных пользователей. Система обеспечивает непрерывную навигацию почти во всем мире, независимо от погодных условий. Конкретная реализация системы была NAVSTAR GPS - Глобальная система позиционирования (США). Система NAVSTAR состоит из следующих взаимосвязанных подсистем: контроля и управления космическими аппаратами, бытовой техники.

Система GPS была разработана в первую очередь для использования в военных целях Министерством обороны США и вскоре стали широко использоваться в других областях гражданской сфере. Система позволяет определить местонахождение стационарного или движущегося объекта с точностью до 20 м в любой точке земного шара. Кроме того, система вооружает речные и морские суда, транспортные средства, самолеты электронных карт, которые показывают местоположение объекта и наиболее удобный и кратчайший путь к месту назначения. GPS также используется для создания карт и геодезических задач. [4]Это принято считать систему GPS, состоящую из трех компонентов: космического сегмента, сегмента управления и пользовательского сегмента.

Космический сегмент GPS состоит из 26 спутников (21 Chii служащего и 5 резерва, горячей замены), расположенный на средней круговой орбите. Орбитальные плоскости наклонены под углом I = 55º к экваториальной плоскости, или расположены равномерно по 6 орбитах и сдвинуты друг к другу по долготе 60º. радиус орбиты составляет около 20200 км, а период лечения составляет 11ch.45,8 минут. [5]

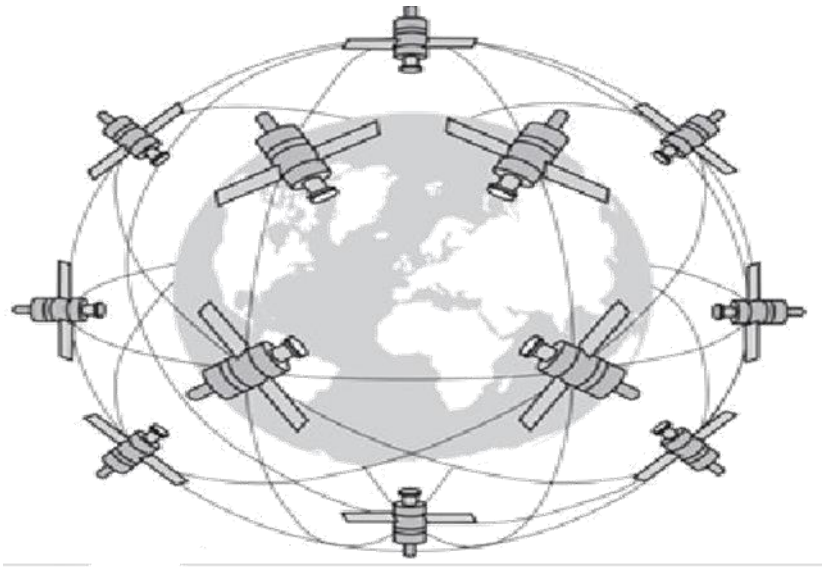


Рисунок 1.3- Глобальная Позиционированная Спутниковая система - Global Positioning System (GPS)

Передающая аппаратура всех спутников излучает навигационные сигналы на двух частотах: L_1 = 1575,42 МГц и L_2 = 1227,60 МГц, но каждый сигнал имеет свой отличительный код. [5] Сигналы модулируются псевдослучайными цифровыми последовательностями (процедура называется фазовой манипуляцией). Причем частота L_1 модулируется двумя видами кодов: С/А-кодом (код свободного доступа) и Р-кодом (код санкционированног доступа), а частота L_2 — только Р-кодом. Кроме того , обе несущие частоты дополнительно кодируются навигационным сообщением, в котором содержатся данные об орбитах ИСЗ, информация параметрах атмосферы, поправки

системного времени.

Кодирование излучаемого спутником радиосигнала преследует несколько целей:

- обеспечение возможности синхронизации сигнал в ИСЗ и приемника потребителя;

- создание наилучших условий различения сигнала в аппаратуре приемника на фоне шумов (доказан , что псевдослучайные коды обладают такими свойствами);

- реализация режима ограниченного доступа к GPS, когда высоко точные измерения возможны лишь при санкционированном использовании системы.

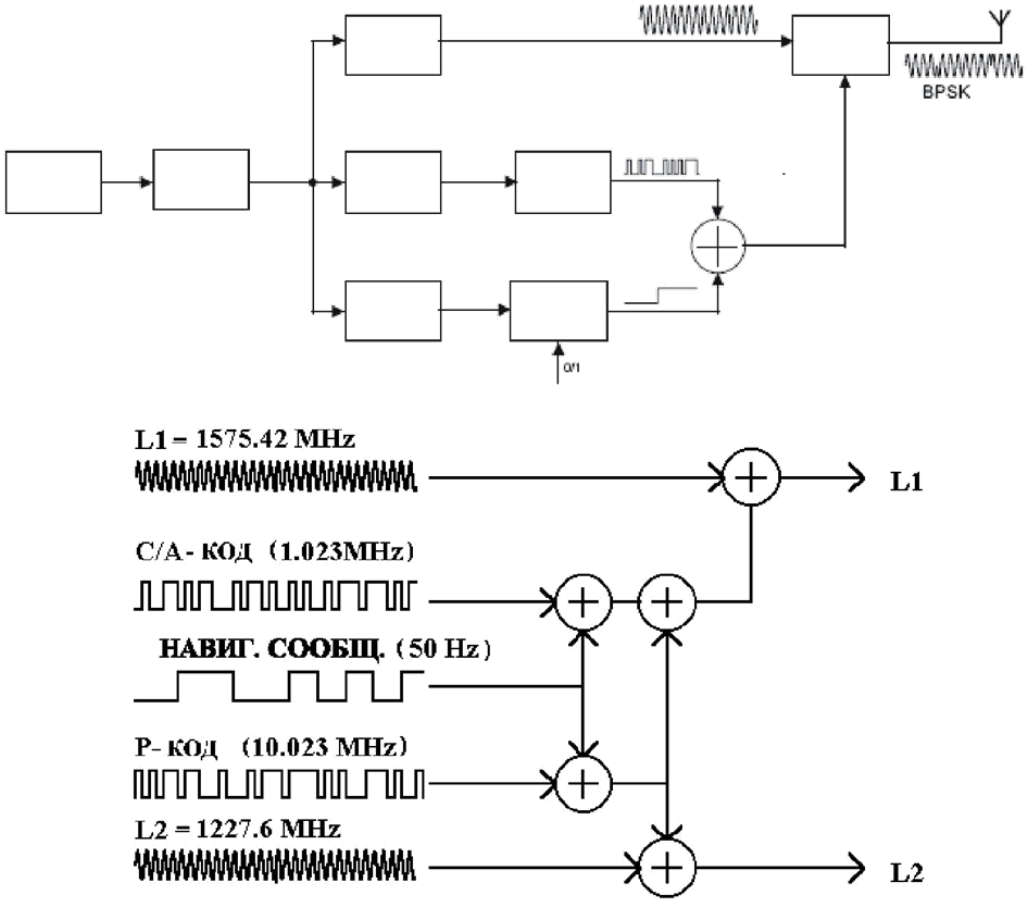


Рисунок 1.4. Структура сигнала GPS

Эти параметры созвездия местоположение выбраны не случайно. В любое время в любой точке мира может принимать сигналы от по меньшей мере, 3-х спутников, что является необходимым условием для определения координат. Для того, чтобы более точно определить местоположение сигнала необходимо от четвертого спутника.

Наземный сегмент системы является контролируюшие- измерительных станций для спутникового слежения. Они расположены на Кваджалейн, на острове Вознесения, Гавайи, Диего Гарсия и Колорадо-Спрингс. Кроме того, система имеет три наземные антенны (остров Вознесения, Диего-Гарсия и

Кваджалейн). Управление осуществляется на центральной станции на базе ВВС Шривер в Колорадо (Шривер Air Force Base, штат Колорадо) [6].

Сегмент управления устанавливает шкалу времени GPS, который привязан к времени UTC. Начало отсчета шкалы времени, установленного в полночи от 5 до 6 января 1980 года наибольшая единица времени GPS составляет одну неделю (604,800 секунд). Время GPS шкала отличается от шкалы UTC: во - первых - в течение целого числа секунд (помните, что UTC иногда вводят поправку на 1 секунду), а второй - к небольшой переменной величиной, связанной с нестабильностью ссылки генераторы, что приводит станция должна удерживать в пределах 1 мкс.

Пользовательский сегмент образует комплекс приемо-вычислительные устройства - пользовательские навигационные приемники, способные выполнять измерения сигналов от спутников GPS.

Приемники преобразуют сигналы спутников для оценки местоположения, скорости и времени. Приемники используются для навигации, позиционирования, коррекции времени и других целей.

Основная задача GPS - навигация в трехмерном пространстве. Есть навигационные приемники для летательных аппаратов, судов, наземных транспортных средств, а также для индивидуального использования.

Абонентское оборудование (GPS - приемник) принятый сигнал декодируется, т.е. из него выделяются кодовые последовательности C / A или C / A и P, а также служебная информация. Полученный код сравнивается с аналогичным кодом, который генерирует сам GPS-приемник, который позволяет определить задержку распространения сигнала от спутника и таким образом вычислить псевдодальности. После захвата приемного устройства сигнал спутникового переводится в режим слежения, т.е. БПС в синхронизм поддерживается между принятыми сигналами, и ссылка [6].

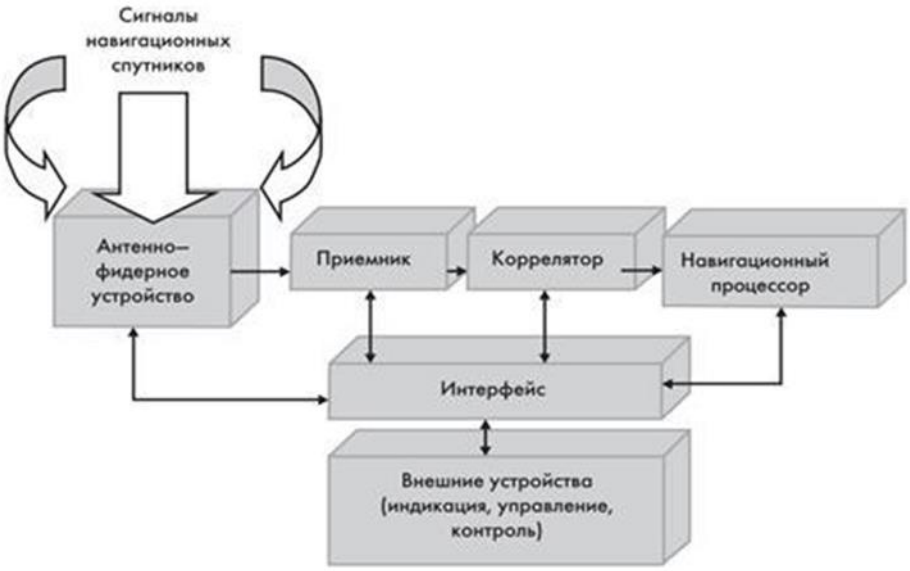


Рисунок 1.5- Функциональная схема аппаратуры потребителя

Чтобы понять, как GPS-приемник определяет координаты, вы должны иметь представление о системе координат, в которой движение спутников и определения координат конечных пользователей.

Наблюдатель на Земле может представить себе небесную сферу, проецируемое на плоскости так, что центр совпадает с расположением наблюдателя. Именно в этой проекции GPS-приемника для пользователя отображается приблизительное местоположение спутников (Рисунок 1.6).

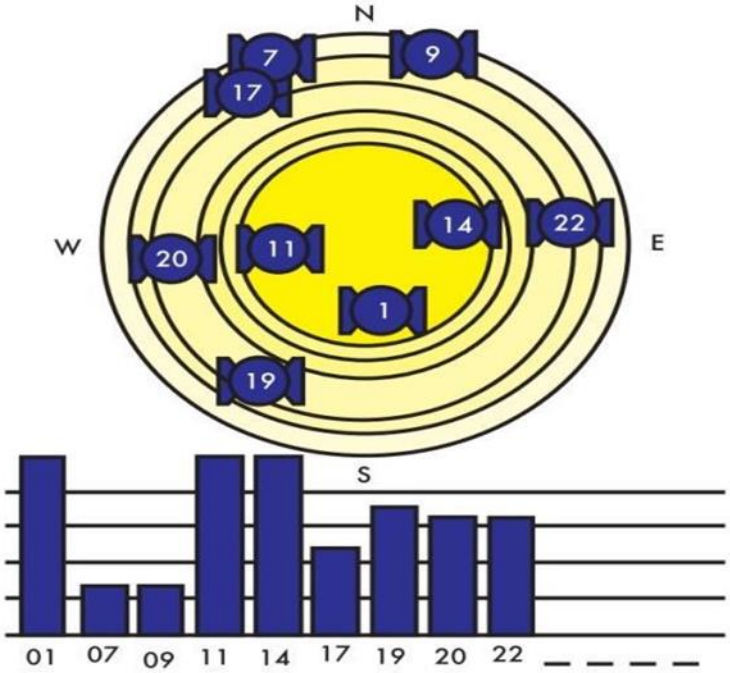


Рисунок 1.6 Расположение спутников на информационном экране навигатора

Как показано на рисунке 1.6 (картинка с экрана GPS-навигатор) спутников в поле зрения девять. На самом деле, спутники на проекции сферы не видно не более восьми, а сигналы принимаются максимум от четырех до шести. Заполненный бар на спутниковые номера показывают устойчивый прием сигналов, а высота столбца для оценки качества приема. В то время, когда GPS-приемник начинает получать информацию со спутника, есть не закрашенный прямоугольник на его номер. Краска над ним в уточнении параметров орбиты спутника и начала сбора данных на основе которого существует прямая оплата координат пользователя.

При наличии сигнала с одного спутника (№1), известная скорость распространения электромагнитных сигналов в пространстве (300000 км / с), а время, в течение которого пришел сигнал от GPS-приемника спутниковой и т.д. стало возможным рассчитать приемник локус обнаружение сигнала (он будет сфера с радиусом, равным расстоянию от спутника до приемника, который находится в центре спутника). [7]

Если GPS-навигатор начал принимать сигналы от второго спутника, то в первом случае, сфера строится в круг №2 спутника. Так как GPS- приемник должен быть на обеих областях сразу, теперь встроен пересечение двух сфер. Каждая точка полученного круга может быть указано местоположение по

приемника в пространстве. Таким образом, когда приемник принимает сигнал со спутника №3, построенного еще одна область, на пересечении с окружностью, это дает нам два очка. Одна из этих точек, как правило, расположение забирается и процесс вычисления алгоритма отбрасываются. Таким образом, мы получаем результат: широта и долгота. [7]

Но учитывая огромную скорость распространения электромагнитных волн, ошибка в расчетах в тысячных долях секунды может привести к весьма серьезным ошибкам при вычислении расстояния до спутника, а затем в строительной сфере и определения координат. Поэтому, чтобы правильно определить координаты четвертого спутника требуется. После того, как строить три сферы приемника начинает манипулировать с задержкой по времени. С каждым новым сдвигом времени приемника новые поля строятся, точка пересечения "размыты" в треугольнике. То есть, сферы, больше не пересекаются и местоположение GPS-приемник с некоторой вероятностью может быть в любой точке треугольной области. Затем временные сдвиги продолжаться до тех пор, пока все три сферы снова пересекаются в одной точке. Мы получаем довольно точные координаты. Чем больше спутников "видит" навигатор, тем лучше мы можем настроить время с последующим увеличением точности позиционирования. При наличии четвертого спутника, мы имеем возможность определить высоту над уровнем моря, скорость движения на поверхности и скорость вертикального движения.

1.5.2 Система «ГЛОНАСС»

Система ГЛОНАСС предназначена для глобальной оперативной навигации движущихся объектов. SRNSS разработан по заказу Министерства обороны. Его структура ГЛОНАСС, а также GPS, является системой двойного действия, то есть он может быть использован как для военных и гражданских целей. [8]

Вся система состоит из трех основных частей, определяющих его работу (эти части называются сегментами):

- Космический сегмент, который включает в себя орбитальную группировку спутников (другими словами, навигации космических аппаратов);
- Сегмент управления, наземный комплекс управления (НКУ) созвездие спутников;
- Пользователям оборудования.

Из этих трех частей последнего, пользовательского оборудования, наиболее многочисленны. Система ГЛОНАСС без опроса не ограничивается количеством пользователей системы. Помимо основных функций - навигационных определений - система может производить высокую точность взаимной частоты и времени синхронизации стандартов на удаленных наземных объектов и взаимной геодезического ссылки. Кроме того, она может помочь сделать определение ориентации объекта на основании измерений, выполненных на четырех приемников сигналов навигационных спутников.

ГЛОНАСС в полном комплекте состоит из 24 спутников, расположенных на трех орбитах высоких широт 64,3 ° наклона, с периодом 11hours 15 минут 44

секунды. Эта система защищена от шума и помех в большей степени, чем система GPS. [8]

Система ГЛОНАСС в качестве базовой станции с использованием радионавигации навигации космических аппаратов (НКА), вращающегося по круговой геостационарной орбите на высоте 19100 км (рисунок 1.5).

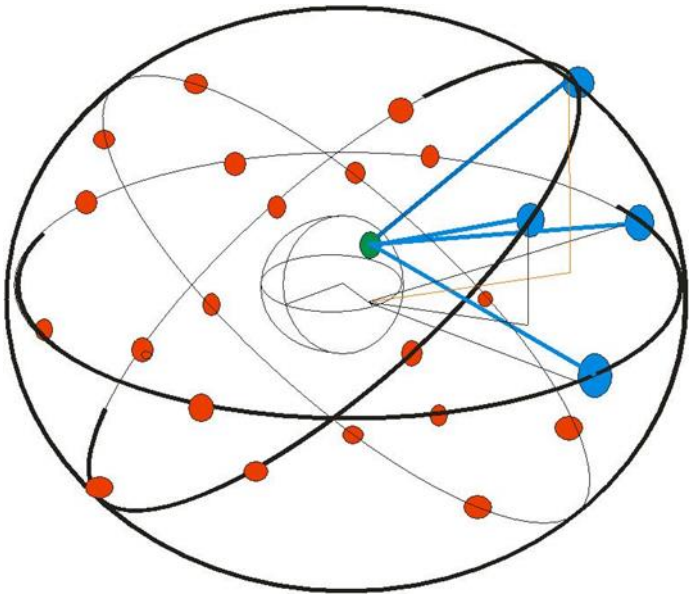


Рисунок 1.5. Сетевая радионавигационная спутниковая система ГЛОНАСС

Управление орбитальной группировкой ГЛОНАСС осуществляет наземный комплекс управления (НКУ). он включает в себя Центр управления системой (ЦУС) (г. Голицин -2, Московская область) и сеть станций слежения и управления, рассредоточенных по всей территории РФ. Наземный комплекс управления осуществляет сбор, накопление и обработку траекторной и телеметрической информации всех спутниках системы и выдачу на каждый спутник команд управления и навигационной информации.

Наземный сегмент обеспечивает эфемероидное обеспечение спутников. Это означает, что на земле определяются параметры движения спутников и прогнозируются значения этих параметров на заранее определенный промежуток времени. Параметры и их прогноз закладываются в навигационное сообщение, передаваемое спутником наряду с передачей навигационного сигнала.[9]

В системе ГЛОНАСС используется частотное разделение сигналов (FDMA), излучаемых каждым спутником - двух фазоманипулированных сигналов. Частота первого сигнала лежит в диапазоне L_1 = 1600 МГц, а частота второго - в диапазоне L_2 = 1250 МГц. Номинальные значения рабочих частот радиосигналов, передаваемых в диапазонах L_1 и L_2, определяются выражением

$F_{k1}=f_1+k\Delta f_1$,

$F_{k2} = f_2 + k\Delta f_2$ $k = 0,1,...,24$,

где $k = 0,1,...,24$ - номера литеров (каналов) рабочих частот спутников.

f_1=1602МГц; Δf_1=9/16=0,5625МГц,

f_2 = 1246 МГц; Δf_2 = 7/16 = 0,4375 МГц.

Для каждого спутника рабочие частоты сигналов в диапазоне L_1 и L_2 когерентны и формируются от одного эталона частоты. Отношение рабочих частот несущей каждого спутника[3]

$\Delta f_{k1}/\Delta f_{k2}$ = 7/9.

Номинальное значение частоты бортового генератора, с точки зрения наблюдателя, находящегося на поверхности Земли, равно 5,0 МГц. В диапазоне L_1 каждый спутник системы ГЛОНАСС излучает 2 несущие на одной и той же частоте, сдвинутые друг относительно друга по фазе на 90º (рисунок 1.6)

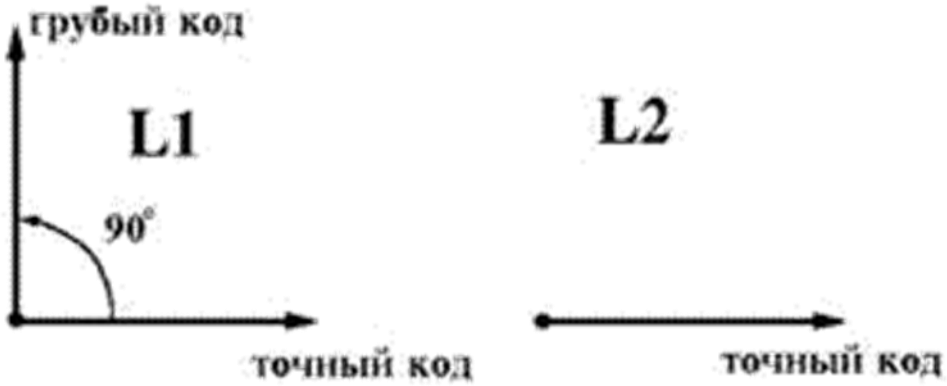
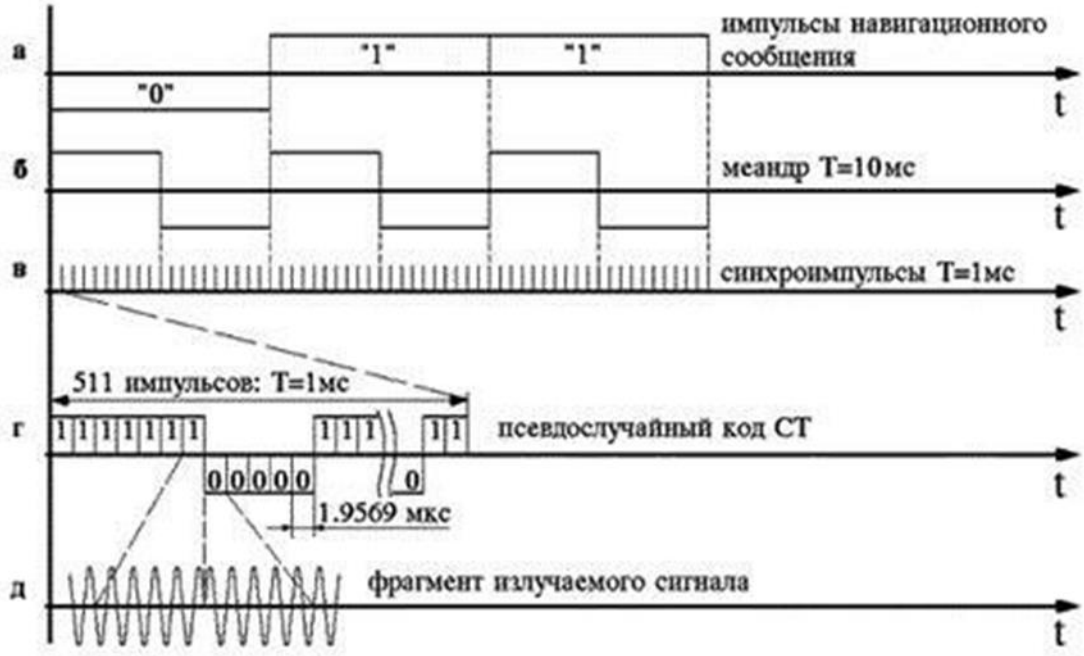


Рисунок 1.6. Векторная диаграмма несущих сигналов систем ГЛОНАСС и GPS

Одна из несущих подвергается фазовой манипуляции на 180º градусов. Модулирующий сигнал получают сложением по mod2 трёх двоичных сигнал в (рисунок 1.7):



– последовательности навигационных данных, передаваемых с скоростью 50 бит/с (рисунок. 1.7, а);

– меандрового колебания, передаваемого с скоростью 100 бит/с (рисунок. 1.8,б);

– грубого дальномерного кода, передаваемого с скоростью 511 Кбит/с (рисунок. 1.8, в).

Рисунок 1.7. Структура сигнала ГЛОНАСС

Сигнал в диапазоне L_1 (аналогичен C/A-коду в GPS) доступен для всех пользователей в зоне видимости КА. Сигнал в диапазоне L_2 предназначен для военных нужд, и его структура не раскрывается.

1.5 специализированную спутниковую радионавигационную систему для местоопределения объекта

Развитие космической системы связи и навигации началось одновременно. Навигационная система имела официальные системы связи, но они не были большое количество систем услуг связи и решений для задач управления и связи с подвижными объектами объектов необходимо знание координат. Возможности объединения позиционирования услуг и услуг связи используется в службе транспорта на суше, что приводит к совершенно новой тенденции - телематики. [10] В то же время возможность для измерения и передачи координат движущихся объектов делает возможным создание нового класса систем - систем глобального аварийного сигнала.

Сочетание систем навигации и связи возникла в необходимости отслеживать движение транспортных средств, производительность графики и т.д. [10]

Эти системы классифицируются как пассивные системы на самоопределение. Они передатчик только на навигационных спутников и оборудования, размещенных на движущемся объекте имеет только приемник спутникового сигнала, устройство обработки сигналов и вычисления координат объекта. Эти навигационные системы расчета координат объекта доступны только на объекте, то есть само устройство объекта определяет его положение. общее название оборудования - пользовательское оборудование спутниковой навигации (Апсны) [5] Таким образом, примеры, обсуждаемые системы спутниковой связи, которые предоставляют услуги измерения координат позволяют определить основные параметры .. В-первых, довольно широко распространенных систем с использованием геостационарных спутники. Однако, чтобы решить движение движущихся задач управления объектами требуемой точности координат достигается только с помощью датчика в GPS-ГЛОНАСС.

Именно поэтому в проекте тезиса была выбрана система и техническое обслуживание транспортных средств на основе спутниковой радионавигационной системы GPS позиционирования. Рисунок 1.8 обеспечивает визуальный способ предоставления предлагаемого способа навигации. Здесь, оборудование, которое устанавливается на движущийся объект - оборудование потребитель получает навигационный сигнал в то же время от нескольких спутников в поле зрения. определяется географическими координатами транспортного средства, скорость и направление движения.

Эти координаты и скорость транспортных средств могут быть представлены потребителю в визуальной форме на табло и сохраняются с регистрацией времени измерения. [10]

Для передачи навигационных параметров подвижного объекта в транспортной компании использует отдельный канал мобильной спутниковой связи (MSS). В этой схеме, канал определен искусственного спутника, расположенного в городе Костанае с центральной станцией в городе Алматы через геостационарные спутника связи KazSat-2. измерение Сессия навигационных параметров и их передачи от двигателя включен по требованию центрального соединения. Она не требует вмешательства водителя на транспортном средстве. Спутниковая система позиционирования подвижных объектов, основанных на использовании радиолиний, обеспечивающих передачу сигналов между мобильным устройством, искусственного спутника Земли (спутники) и наземной станции. В то же время, мобильная станция, спутник и наземная станция оснащена радиоаппаратуры, в зависимости от конфигурации системы и метода определения координат объекта. Согласно этой системе она построена на технологии стандарта VSAT. Спутниковая система позиционирования радио - сравнительно новая, быстро развивающаяся отрасль навигации или слежения за подвижными объектами.

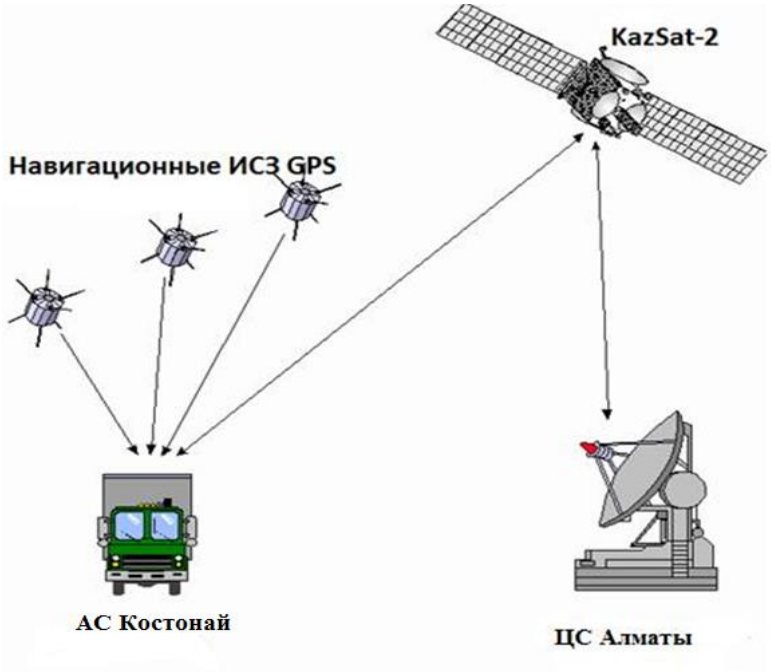


Рисунок 1.8 – Схема использования геостационарного спутника связи для контроля и управления передвижением транспорта на основе спутниковой радионавигационной системы GPS

2 Энергетический расчет геостационарной спутниковой линии связи

Через сигналы, посылаемые вверх по направлению к спутнику обрабатываются в электронном виде, а затем передается через линию связи вниз к наземных приемных станций. линии спутниковой связи состоит из двух секций: спутника Земли и sputnik- Земли.

Главная особенность спутниковых линий - наличие больших потерь сигнала из-за ослабления его энергии на склонах большой физической степени. Так, на высоте орбиты спутников равно 36 тысяч. Km, затухание может составлять до 200 дБ. В дополнение к этому основному затухание в свободном пространстве, сигнал в линии спутниковой связи зависит от большого числа других факторов. Такие, как поглощение атмосферной рефракции, влияние осадков, и так далее. D. С другой стороны, приемное устройство и наземная спутниковая станция, кроме своих собственных флуктуационных шумов влияют на все виды помех в виде космического излучения Солнца и планет. В этих условиях, правильный и точный учет всех факторов влияния позволяет оптимального проектирования системы, чтобы обеспечить ее высокую производительность в самых сложных условиях и в то же время, чтобы устранить ненужные запасы энергии, что приводит к неоправданному увеличению сложность земли и бортового оборудования.

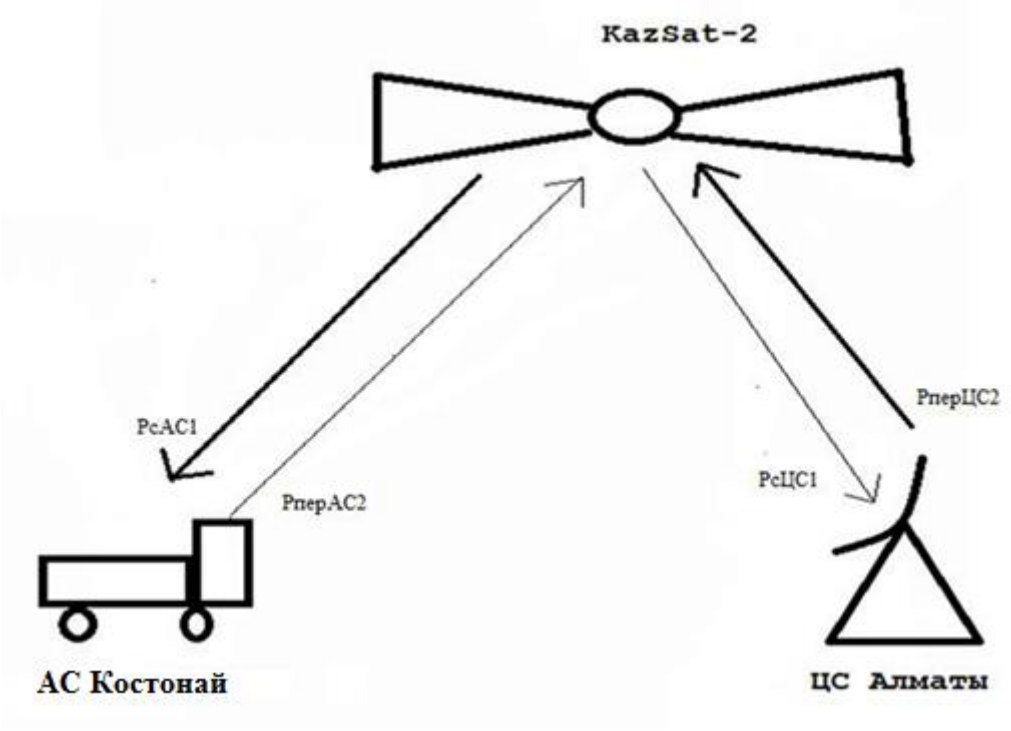


Рисунок 2.1 – Схема передачи данных через геостационарную спутниковую линии связи

2.1 Расчет энергетической спутниковой линии связи Алматы – Костанай

Для расчета энергетической спутниковой линии Алматы – Костанай, где будет осуществляться линия контроля и управления автотранспортом нужно выбрать конкретный ствол, чтобы знать частоты приема и передачи. Выберем для расчета ствол Т5 (таблица 2.4)

2.1.1 Расчет спутниковой линии связи Алматы-KazSat2 на участке «вверх»

Исходные данные координат точек Алматы и Костанай

Таблица 2.1 - Географическое расположение городов Алматы и Костанай

ЦС/АС	г. Алматы	г. Костанай
Координаты		
Широта (Север)	43,2°	53°
Долгота (Восток)	76,5°	63°

Таблица 2.2 - Техническая спецификация ИСЗ KazSat-2

Точка стояния на ГСО ,град	86,5 в.д
Масса КА, кг	1330
Точность ориентации , град	0,1
Точность позицион. , град	+(-) 0,05
Мощность СБ , Ватт (Вт)	46
Срок активного существования , лет	12,25
Диапозон частот	Ku
Количество стволов	16
Полоса пропускания ,МГц	54
Добротность, дБ/К	5,3
ЭИИМ(Тв связь) ,дБ/Вт	53,5/49
Масса ПН ,кг	200

Таблица 2.4 - Частотный план ИСЗ KazSat-2

№ ствола	Центральная	Центральная Частота	Выходная мощнос	Полоса пропускан	Поляризация на	Поляризация на

	Частота на радиолинии вверх МГц	на радиолинии вниз МГц	ть, Вт	ия, Мгц	радиолинии вверх	радиолинии вниз
T1	14 031,25	10981,25	45	54	X	Y
T2	14 031,25	10981,25	45	54	Y	X
T3	14 093,75	11043,75	45	54	X	Y
T4	14 093,75	11043,75	45	54	Y	X
T5	14 056,25	11106,25	45	54	X	Y
T6	14 056,25	11106,25	45	54	Y	X
T7	14 218,75	11168,75	45	54	X	Y
T8	14 218,75	11168,75	45	54	Y	X
T9 (TV)	14 281,75	11481,25	115	54	X	Y
T10	14 081,75	11481,25	115	54	Y	X
T11 (VT)	14 343,75	11543,75	115	54	X	Y
T12	14 343,75	11543,75	115	54	Y	X
T13(TV)	14 406,25	11606,25	115	54	X	Y
T14	14 406,25	11606,25	45	54	Y	X
T15(TV)	14 468,75	11668,75	115	54	X	Y
T16	14 468,25	11668,75	45	54	Y	X
Маяк	-	11199.5	-	-		R

Таблица 2.5- Исходные данные для расчета на участке «вверх» спутниковой линии связи Алматы-KazSat2-Костанай

Рабочий диапазон, ГГц	14,15625

Диаметр передающей антенны ЗС, м	6
Коэффициент усиления передающей антенны, дБ	57,4
Выходная мощность передатчика ЗС, Вт	35
Потери сигнала на передающей стороне, дБ	1
ЭИИМ ЗС, дБВт	71
Полоса частот, МГц	54
Потери наведения антенны, дБ	3,3
Потери сигнала в невозмущенной атмосфере, дБ	0,2
Полная шумовая температура приёмной системы ретрансляора, К	800
Потери сигнала в приёмном тракте ретранслятора, Дб	1
Пороговое отношение сигнал-шум h^2_n, Дб	12
Способ модул-кодир.	
Пороговая чувствительность приемника ,дБ	-130

1. Коэффициент усиления антенны ЗС при работе на передачу

$$G_З=109{,}67\cdot K_u\cdot D^2\cdot f^2, \qquad (2.1)$$

$G_З=109.67\cdot K_u\cdot D^2\cdot f^2=109.67\cdot 0.7\cdot 36\cdot 14.15625^2=553821(57.4дБ)$

2. Диаграмма направленности ширины антенны ЗС

$$\theta=\frac{18}{D\cdot f}$$

$$\theta=\frac{18}{6\cdot 14.15625}=0.21\text{рад }(12°)$$

3. Коэффициент усиления приёмной антенны бортового ретранслятора

$$G_б=\frac{35530\cdot Ku}{\theta^2},$$

$$G_б=\frac{35530\cdot Ku}{12^2}=172{,}7(22{,}37\text{ дБ}).$$

4. Потери в свободном пространстве

$L_0=1.75\cdot 10^{15}d^2f^2$

где d – наклонная дальность между ЗС и КС тыс. км,

f – частота на передачу, ГГц.

$$d = 42644\sqrt{1 - 0.2954 \cdot cos\varphi},$$

где $cos\varphi = cos\xi\, cos\beta$,

ξ - широта наземной станции,

β- разность долгот спутника и земной станции.

Тогда рассчитаем наклонная дальность между ЗС и КС

$$d = 42644\sqrt{1 - 0{,}2954 \cdot cos43{,}2^{\circ} \cdot cos(76{,}5^{\circ} - 86{,}5^{\circ})},$$

$$d = 42644\sqrt{1 - 0{,}2954 \cdot 0{,}72896 \cdot 0{,}98628} = 37980 \text{ км}$$

Далее рассчитаем потери в свободном пространстве

$$L = 1{,}75 \cdot 10^{15} \cdot 33{,}645^2 \cdot 14{,}15625^2 = 3{,}81 \cdot 10^{20} \text{ (206 дБ).}$$

5. Дополнительные потери

Суммарные потери наведения $L_Н$ = 3,3 дБ.

Потери сигнала в невозмущенной атмосфере $L_а$ = 0,2дБ.

Потери в приёмном тракте приёмника $L_{пр}$ = 1 дБ.

$$L_{доп} = 3{,}3 + 0{,}2 + 1 = 4{,}5 \text{ дБ.}$$

6. Определить мощность полезного сигнала на входе приёмника по формуле (2.6)

$$P_с = P_{пер3С} + G_З + G_б - L - L_{д\,п} = 15{,}44 + 57{,}36 + 22{,}17 - 205 - 4{,}5 = -115{,}57 \text{ дБ.}$$

Таким образом величина сигнала на входе РПУ КС выше чувствительности РПУ

7. Мощность шума в полосе частот ствола ретранслятора определим по формуле (2.7)

$$P_ш = kT\Delta f = 1{,}38 \cdot 10^{-23} \cdot 800 \cdot 54 \cdot 10^6 = 4{,}94 \cdot 10^{-13} \text{ Вт (-122,5 дБВт).}$$

8. Отношение сигнал-шум на входе приёмника ретранслятора определим по формуле(2.8)

$$\frac{Pc}{Pш} = Pc - Pш(дб) \qquad (2.8)$$

$$\frac{Pc}{Pш} = Pc - Pш = -115{,}5 - (-122{,}2) = 7$$

9. Определить потери в дожде

$$L_д = a \cdot I^b \cdot l \text{ (дБ)}, \qquad (2.9)$$

где I=22 мм/час — интенсивность выпадения осадков в зоне Е;

l — длина пути сигнала в дождевом слое;

a и b — вспомогательные коэффициенты.

$$\begin{cases} a = 4{,}21 \cdot 10^{-5} \cdot f^{2{,}49} \text{ при } 2{,}9 \le f \le 54 \text{ ГГц}, \\ a = 4{,}21 \cdot 10^{-5} \cdot 14{,}15625^{2{,}49} = 0{,}030. \end{cases}$$

$$b = \begin{cases} 1{,}41 \cdot f^{-0{,}0779} \text{ при } 2{,}54 \le f \le 25 \text{ ГГц} \\ 2{,}63 \cdot f^{-0{,}272} \text{ при } 25 \le f \le 164 \text{ ГГц}, \end{cases}$$

$$b = 1{,}41 \cdot 14{,}15625^{-0{,}0779} = 1{,}1.$$

Длина пути сигнала в дождевом слое с учетом h_{3C}=0

$$l = \frac{h_д}{sin\varphi} = \frac{6{,}9}{sin39{,}2} \text{ км} \qquad (2.10)$$

где hД – эффективная высота дождевого слоя,

γ=39.2 – угол места ЗС .

Угол возвышения равен углу места ЗС

$$\gamma = \arcsin \frac{H \cos\varphi_H \cos(\lambda_C - \lambda_H)}{\sqrt{H^2 + R^2 + 2HR\cos\varphi_H \cos(\lambda_C - \lambda_H)}},$$

$$\gamma = \arcsin \frac{H \cos 43{,}2 \cos(86{,}5 - 76{,}5)}{\sqrt{H^2 + R^2 + 2HR\cos 43{,}2 \cos(86{,}5 - 76{,}5)}}.$$

где H=42170 км – высота орбиты геостационарного спутника над Землёй,

R=6371 км – радиус Земли,

φ_H - широта ЗС,

$\lambda_C - \lambda_H$- разность по долготе между спутником иЗС.

Высота нулевой изотермы (км)

$$h_и = \begin{cases} 4{,}8 \quad \text{при} \quad \psi_c < 10^o, \text{ где } \psi_c \text{ - широта ЗС} \\ 7{,}8\text{-}0{,}1(\psi_c) \text{ при} \quad \psi_c > 10^o \end{cases}$$

$$h_и = 7{,}8 - 0{,}1 \cdot 43{,}2 = 3{,}48 \text{ км.}$$

Эффективная высота дождевого

$$h_д = \begin{cases} h_и \text{ при } I < 10 \quad \text{мм/час} \\ h_и + 10 \lg (I/10) \text{ при } I > 10 \text{ мм/час,} \end{cases}$$

$$h_Д = 3{,}48 + 10\lg(22/10) = 6{,}9 \text{ мм/час,}$$

$$L_д = 0{,}030 \cdot 22^{1{,}1} \cdot 11 = 1 \text{ дБ.}$$

10. Отношение сигнал-шум на входе приёмника ретранслятора при работе в дожде

$$\left(\frac{Pc}{Pш}\right) = \frac{Pc}{Pш} - L_Д \text{ дБ} \qquad (2.14)$$

$$\left(\frac{Pc}{Pш}\right) = \frac{Pc}{Pш} - L_Д = 7 - 1 = 6$$

11. Добротность приёмной системы ретранслятора

$$Д = \frac{G}{Tp} \qquad (2.15)$$

$$Д = \frac{G}{Tp} = \frac{54541}{250} = 218(-23{,}4 \text{ дБ})$$

Тр=800 К — полная Шумовая температура приёмной системы ретранслятора.

Минимальная добротность системы ретранслятора Д= - 10 дБ, таким образом условие качественного приема выполняется $Д_{ретр.} > Д_{min}$

12. Энергетический потенциал

$$ЭП = \frac{Pc}{No} \qquad (2.16)$$

где N — эквивалентная спектральная плотность мощности шума, приведенная по входу приёмника.

$$N = k \cdot T_p = 1{,}38 \cdot 10^{-23} \cdot 800 = -178{,}4 дБ, \qquad (2.17)$$

$$ЭП = -115{,}29-(-178{,}4) = 63{,}11 дБ.$$

2.1.2 Расчет спутниковой линии связи KazSat2-Костанай на участке «вверх»

Таблица 2.6 - Исходные данные для расчета на участке «вниз» спутниковой линии связи Алматы-KazSat2-Костанай

Рабочий диапазон, ГГц	11,10625
Коэффициент усиления передающей антенны ретранслятора, дБ	29,17
Выходная мощность ствола ретранслятора, Вт	45
Потери сигнала На Передающей стороне, дБ	1
ЭИИМ ствола ретранслятора, дБВт	49
Полоса частот ствола, МГц	54
Потери наведения антенны, дБ	2
Потери сигналав Спокойной атмосфере, дБ	0,1
Диаметр приёмной антенны ЗС, м	2,4
Шумовая температура ЗС, К	250
Потери сигнала в приёмном тракте ЗС, дБ	2,5
Пороговое отношение сигнал-шум h 2_n,дБ	12

1. Коэффициент усиления антенны ЗС при работе на прием определим по формуле (2.1)

$$G_З = 109{,}67 \cdot K_u \cdot D^2 \cdot f^2 = 109{,}67 \cdot 0{,}7 \cdot 5{,}76 \cdot 11{,}10625^2 = 54541 \ (47{,}36 дБ).$$

2.Ширина диаграммы направленности антенны ЗС определим по формуле(2.2)

$$\theta = \frac{18}{2{,}4 \cdot 11{,}10625} = 0{,}6 \text{ рад } (34{,}39^{o}).$$

3.Коэффициент усиления передающей антенны бортового ретранслятора определим по формуле (2.3)

$$G_{б} = \frac{35530 \cdot Ки}{34{,}39^{2}} = 82{,}6(29{,}17 \text{ дБ}).$$

$$\text{ЭИИМ} = P_{пер} + Gб + \eta = 16{,}53 + 29{,}17 - 0{,}45 = 45{,}25 \text{ дБ}$$

Таким образом, $ЭИИМ_{расч.}$< $ЭИИМ_{пасп.}$ 45,25 <49 Дб. Условие для правильной рабочей передачи ретранслятора выполняется.

4.Потери в свободном пространстве определим по формуле (2.4)

$$L = 1{,}75 \cdot 10^{15} \cdot d^{2} \cdot f^{2}$$

где d – наклонная дальность между ЗС и КС тыс. км; f – частота на передачу, ГГц.

$$d = 42644\sqrt{1 - 0{,}2954 \cdot \cos\varphi}$$

где $\cos\varphi = \cos\xi \cos\beta$,

ξ - широта наземной станции, β- разность долгот спутника и земной станции.

Тогда по формуле (2.5) найдем наклонную дальность между ЗС и КС:

$$d = 42644\sqrt{1 - 0{,}2954 \cdot \cos 52{,}4^{\circ} \cdot \cos(77^{\circ} - 86{,}5^{\circ})},$$
$$d = 42644\sqrt{1 - 0{,}2954 \cdot 0{,}61014 \cdot 0{,}98628} = 38681 \text{ км}$$

Далее рассчитаем потери в свободном пространстве

$L = 1{,}75 \cdot 10^{15} \cdot 38{,}681^{2} \cdot 11{,}10625^{2} = 3{,}1 \cdot 10^{20}$(205 дБ).

5. Дополнительные потери определим

Суммарные потери наведения $L_{Н}$ = 2 дБ.

Потери сигнала в невозмущенной атмосфере L_{a} =0,1 дБ.

Потери в приёмном тракте приёмника $L_{пр}$ = 2,5 дБ.

$$L_{доп} = 2 + 0{,}1 + 2{,}5 = 4{,}6 \text{ дБ}.$$

6. Определить мощность полезного сигнала на входе приёмника по формуле (2.6)

$$P_с = P_{пер3С} + G_З + G_б - L - L_{д\ п} = 16{,}5 + 47{,}36 + 29{,}17 - 205 - 4{,}6 = -116{,}57 \text{ дБ}.$$

$E_{П\ Р\ ЗС}$= -125 дБ , таким образом величина сигнала на входе РПУ КС выше чувствительности РПУ

7. Мощность шума в полосе частот ствола ретранслятора определим по формуле (2.7)

$P_ш = kT\Delta f = 1{,}38 \cdot 10^{-23} \cdot 250 \cdot 54 \cdot 10^{6} = 1{,}117 \cdot 10^{-13}$ Вт (-127,5 дБВт).

8. Отношение сигнал-шум на входе приёмника ретранслятора определим по формуле(2.8)

$$\frac{Pc}{Pш} = Pc - Pш = -115{,}57 - (-127{,}5) = 10{,}93 \text{ дБ}$$

9. Определить потери дожде по формуле (2.9)

$$L_д = a \cdot I^b \cdot l \text{ (дБ)},$$

где I=22 мм/час — интенсивность выпадения садков в зоне E, *l* — длина пути сигнала в дождевом слое,

a и b — вспомогательные коэффициенты

$$a = 4{,}21 \cdot 10^{-5} \cdot f^{2{,}49} \text{ при } 2{,}9 \le f \le 54 \text{ ГГц};$$
$$a = 4{,}21 \cdot 10^{-5} \cdot 11{,}10625^{2{,}49} = 0{,}016.$$

$$b = \begin{cases} 1{,}41 \cdot f^{-0{,}0779} & \text{при } 2{,}54 \le f \le 25 \text{ ГГц} \\ 2{,}63 \cdot f^{-0{,}272} & \text{при } 25 \le f \le 164 \text{ ГГц} \end{cases}$$

$$b = 1{,}41 \cdot 11{,}10625^{-0{,}0779} = 1{,}16.$$

Длина пути сигнала в дождевом слое с учетом h3C=0˚ определим по формуле (2.10)

$$l = \frac{h_д}{sin\varphi} = \frac{5{,}98}{sin29{,}7} \text{ км}$$

где $h_Д$ – эффективная высота дождевого слоя,

γγ=29.7˚ – угол места 3С ,

Угол возвышения равен углу места 3С определяется по формуле (2.11)

$$\gamma = arcsin\frac{Hcos52{,}4\cos(86{,}7-77)}{\sqrt{H^2+R^2+2HRcos43{,}2(86{,}5-77)}},$$

где H=42170 км – высота орбиты геостационарного спутника над Землёй; R=6371 км – радиус Земли;

φH - широта ЗС;

λс –λн- разность по долготе между спутником и ЗС.

Высота нулевой изотермы определим по формуле(2.12) км

$$h_и = 7{,}8 - 0{,}1\cdot 52{,}4 = 2{,}56 \text{ км}$$

Эффективная высота дождевого слоя определяется по формуле (2.13)

$$h_Д = 2{,}56 + 10\lg(22/10) = 5{,}98,$$

$$L_д = 0{,}016\cdot 11{,}10625^{1{,}16}\cdot 12{,}06 = 0{,}8 \text{ дБ}.$$

10. Определить отношение сигнал-шум на входе приёмника ЗС при работе в дожде по формуле (2.14) , дБ

$$\left(\frac{Pc}{Pш}\right) = \frac{Pc}{Pш} - L_Д = 12 - 0{,}8 = 11{,}2$$

11. Добротность приёмной системы ЗС определяется по формуле(2.15)

$$Д = \frac{G}{Tp} = \frac{54541}{250} = 218(-23{,}4 \text{ дБ})$$

Тр=250˚К — полная шумовая температура приёмной системы ретранслятора.

Согласно справочнику норм МККР добротности приемной системы земных станций 17-42 дБ следовательно, условие качественного приема выполнены.

12. Определить энергетический потенциал по формуле (2.16)

$$ЭП = -115{,}5-(-203{,}5) = 88 \text{ дБ}.$$

Пропускная способность канала

$$\begin{cases} C \le C_1 = \dfrac{P_c}{N_o h_n^2} = \dfrac{ЭП}{h_n^2} \\ C \le C_2 = \dfrac{\Delta f_{ст}}{B} \end{cases} \qquad C = \min(C_1, C_2)$$

где B – база сигнала.

Типовые параметры спутникового канала без кодирования

$$B=2;\ h^2_n = 12 \text{ дБ};$$
$$C_1 = 87 - 12 = 75{,}4 \text{ дБ};$$
$$C_2 = 54 \cdot 10^6 / 2 = 27 \text{ дБ};$$

$C = C_1 = 75{,}4$ дБ (10^6 Бит/сек) — определяется энергетическими возможностями ретранслятора, а полоса пропускания используется лишь частично.

Коэффициент использования полосы частот

$$k_{\text{исп}} = \frac{BC}{\Delta f_{\text{ст}}} = \frac{2 \cdot 10^6}{54 \cdot 10^6} = 0{,}037$$

2.2 Расчет энергетической спутниковой линии связи Костанай – Алматы

2.2.1 Расчет спутниковой линии связи Костанай - KazSat2 на участке «вверх»

Для расчета энергетической спутниковой линии Костанай – Алматы, где будет осуществляться линия предприятие нужно выбрать конкретный ствол, чтобы знать частоты приема и передачи.

Выберем для расчета ствол Т1 (таблица 2.4)

Таблица 2.7- Исходные данные для расчета на участке «вверх» спутниковой линии связи Костанай -KazSat2-Алматы

Рабочий диапазон, ГГц	14,03125
Диаметр передающей антенны ЗС, м	2,4
Коэффициент усиления передающей антенны,Дб	49,4
Выходная мощность передатчика ЗС, Вт	5
Потери сигнала на Передающей стороне, Дб	1
ЭИИМ ЗС, дБВт	55,6
Полоса частот, МГц	20
Потери наведения антенны, Дб	3,3

Потери сигнала в невозмущенной атмосфере, Дб	0,2
Полная Шумовая Температура приёмной системы ретранслятора, К	800
Потери сигнала в приёмном тракте ретранслятора, Дб	1
Проговое отношение сигнал-шум $h_{\text{п}}$, Дб	12
Пороговая Чувствительность приемника дБ	-130

1. Определить коэффициент усиления антенны 3С при работе на передачу по формуле (2.1)

$$G_З=109{,}67\cdot K_u\cdot D^2\cdot f^2=109{,}67\cdot 0{,}7\cdot 5{,}76\cdot 14{,}03125^2=87056\ (49{,}4\ \text{дБ})$$

2.Ширина диаграммы направленности антенны 3С определим по формуле (2.2)

$$\theta=\frac{18}{2{,}4\cdot 14{,}03125}=0{,}53\text{рад}(30{,}38^\circ).$$

3.Коэффициент усиления приёмной антенны бортового ретранслятора определим по формуле (2.3)

$$G\text{б}=\frac{35530\cdot 0{,}7}{30{,}38^2}=93{,}5(29{,}7\ \text{дб})$$

4.Потери в свободном пространстве определим по формуле (2.4)

$$L=1{,}75\cdot 10^{15}\cdot d^2\cdot f^2,$$

где d – наклонная дальность между 3С и КС тыс. км,
f – частота на передачу, ГГц.

$$d=42644\sqrt{1-0{,}2954\cdot\cos\varphi}$$

где $\cos\varphi=\cos\xi\cos\beta$,

ξ - широта наземной станции,β- разность долгота спутника и земной станции.

Тогда по формуле (2.5) найдем наклонную дальность между 3С и КС

$$d=42644\sqrt{1-0{,}2954\cdot\cos 52{,}4^\circ\cdot\cos(77^\circ-86{,}5^\circ)},$$

$$d=42644\sqrt{1-0{,}2954\cdot 0{,}61014\cdot 0{,}98628}=38681\ \text{км}$$

Далее рассчитаем потери в свободном пространстве:

$$L = 1{,}75\cdot10^{15}\cdot38{,}681^2\cdot14{,}03125^2 = 5{,}13\cdot10^{20}\ (207\ дБ).$$

5.Дополнительные потери

Суммарные потери наведения $L_Н$ = 3,3 дБ.

Потери сигнала в невозмущенной атмосфере $L_а$=0,2 дБ. Потери в приёмном тракте приёмника $L_{пр}$ = 1 дБ.

$$L_{д\ п} = 3{,}3 + 0{,}2 + 1 = 4{,}5\ дБ.$$

6. Определить мощность полезного сигнала на входе приёмника по формуле (2.6)

$$P_с = P_{пер3С} + G_З + G_б - L - L_{д\ п} = 7 + 49{,}4 + 29{,}7 - 207 - 4{,}5 = -124{,}5\ дБ.$$

$E_{П\ Р\ ЗС}$= -130дБ таким образом величина сигнала на входе РПУ КС выше чувствительности РРУ

7. Мощность шума в полосе частот ствола ретранслятора определим по формуле (2.7)

$$P_ш = kT\Delta f = 1{,}38\cdot10^{-23}\cdot800\cdot20\cdot10^6 = 0{,}34\cdot10^{-13}\ Вт\ (-132{,}5\ дБВт).$$

8. Отношение сигнал-шум на входе приёмника ретранслятора определим по формуле(2.8)

$$\frac{Pc}{Pш} = Pc - Pш = -124{,}5 - (-132{,}5) = 8\ дБ$$

9. определяем потери в дожде по формуле (2.9)

$$L_д = a\cdot I^b\cdot l\ (дБ),$$

где I=22 мм/час — интенсивность выпадения осадков в зоне Е,

l — длина пути сигналов дождевом слое,

а и b — вспомогательные коэффициенты

$$a = 4{,}21\cdot10^{-5}\cdot f^{2{,}49}\ при\ 2{,}9 \le f \le 54\ ГГц,$$
$$a = 4{,}21\cdot10^{-5}\cdot 14{,}03125^{2{,}49} = 0{,}030.$$

$$b = \begin{cases} 1{,}41\cdot f^{-0{,}0779}\ при\ 2{,}54 \le f \le 25\ ГГц \\ 2{,}63\cdot f^{-0{,}272}\ при\ 25 \le f \le 164\ ГГц \end{cases}$$

$$b = 1{,}41 \cdot 14{,}03125^{-0{,}0779} = 1{,}14.$$

Длина пути сигнала в дождевом слое с учетом $h_{ЗС}=0$ определим по формуле (2.10)

$$l = \frac{h_д}{sin\varphi} = \frac{5{,}98}{sin29{,}5} \text{ км}$$

где hД – эффективная высота дождевого слоя;

γ=29.5˚ – угол места ЗС;

Угол возвышения равен углу места ЗС определяется по формуле (2.11)

$$\gamma = arcsin\frac{Hcos52{,}4\cos(86{,}5-77)}{\sqrt{H^2+R^2+2HRcos52{,}4(86{,}5-77)}},$$

где H=42170 км – высота орбиты геостационарного спутника над Землёй; R=6371 км – радиус Земли,

$\varphi_{Н}$- широта ЗС,

$\lambda_С - \lambda_Н$- разность по долготе между спутником и ЗС.

Высота нулевой изотермы по формуле(2.12) км

$$h_и = 7{,}8 - 0{,}1 \cdot 52{,}4 = 2{,}56 \text{ км}.$$

Эффективная высота дождевого слоя определяется по формуле (2.13)

$$h_Д = 2{,}56 + 10\lg(22/10) = 5{,}98 \text{ мм/час},$$

$$L_д = 0{,}030 \cdot 22^{1{,}14} \cdot 12{,}14 = 0{,}8 \text{ дБ}$$

10. Определим отношение сигнал-шум на входе приёмника ретранслятора при работе в дожде по формуле (2.14), дБ

$$\left(\frac{Pc}{Pш}\right) = \frac{Pc}{Pш} - L_Д = 8 - 0{,}8 = 7{,}2 \text{ дБ}$$

11. Добротность приёмной системы ЗС определяется по формуле(2.15)

$$Д = \frac{G}{Tp} = \frac{93{,}5}{800} = 0{,}116(-9{,}3 \text{ дБ})$$

$T_р$=800 К — полная шумовая температура приёмной системы ретранслятора.

12. Определим энергетический потенциал по формуле (2.16)

$$N = k \cdot T_p = 1{,}38 \cdot 10^{-23} \cdot 800 = -199{,}86 \text{ дБ},$$

$$ЭП = -124{,}5-(-199{,}86) = 75{,}36 \text{ дБ}.$$

2.2.2 Расчет спутниковой линии связи KazSat2 - Алматы на участке «вниз»

Таблица 2.8 - Исходные данные для расчета на участке «вниз» спутниковой линии связи Костанай-KazSat2-Алматы

Рабочий диапазон, ГГ	10,98125
Коэффициент усиления передающей антенны ретранслятора, ;	19,34
Выходная мощность ствола ретрансляторaВт	45
Потери сигнала на Передающей стороне, дБ	1
ЭИИМ ствола ретранслятора, дБВт	49
Полоса частот ствола, МГц	54
Потери наведения антенны, дБ	2
Потери сигнала В Спокойной атмосфере, дБ	0,1
Диаметр приёмной антенны ЗС, м	6
Шумовая температура ЗС, К	250
Потери сигнала в приёмном тракте ЗС, дБ	2,5
Порогово отношение сигнал-шум е h_n,дБ	12

2.Ширина диаграммы направленности антенны ЗС определим по формуле(2.2)

$$\theta = \frac{18}{6 \cdot 10{,}98125} = 0{,}27\text{рад}(17^{\circ}).$$

3.Коэффициент усиления передающей антенны бортового ретранслятора определим по формуле (2.3)

$$G\text{б} = \frac{35530 \cdot 0{,}7}{17^2} = 172{,}7(19{,}34\ \text{дб})$$

4. Потери в свободном пространстве определим по формуле (2.4)

$$L = 1{,}75 \cdot 10^{15} \cdot d^2 \cdot f^2$$

где d – наклонная дальность между ЗС и КС тыс. км; f – частота на передачу, ГГц.

$$d = 42644\sqrt{1 - 0{,}2954 \cdot \cos\varphi}$$

где $\cos\varphi = \cos\xi \cos\beta$,

ξ - широта наземной станции,
β- разность долгот спутника и земной станции.

Тогда по формуле (2.5) найдем наклонную дальность между ЗС и КС:

$$d = 42644\sqrt{1 - 0{,}2954 \cdot \cos 43{,}2^\circ \cdot \cos(76{,}5^\circ - 86{,}5^\circ)},$$
$$d = 42644\sqrt{1 - 0{,}2954 \cdot 0{,}7289 \cdot 0{,}98628} = 379803 \text{ км}$$

Далее рассчитаем потери в свободном пространстве

$$L = 1{,}75 \cdot 10^{15} \cdot 37{,}9803^2 \cdot 10{,}03125^2 = 2{,}88 \cdot 10^{20} (205 \text{ дБ}).$$

5.Дополнительные потери определим

Суммарные потери наведения $L_Н$ = 2 дБ.
Потери сигнала в невозмущенной атмосфере $L_а$ =0,1 дБ.
Потери в приёмном тракте приёмника $L_{пр}$ = 2,5 дБ.

$$L_{д\ п} = 2 + 0{,}1 + 2{,}5 = 4{,}6 \text{ дБ}.$$

6. Определить мощность полезного сигнала на входе приёмника по формуле (2.6)

$$P_с = P_{пер ЗС} + G_З + G_б - L - L_{д\ п} = 16{,}5 + 55{,}2 + 19{,}34 - 205 - 4{,}6 = -118{,}56 \text{ дБ}.$$

$E_{П\ Р\ ЗС}$= -130 дБ , таким образом величина сигнала на входе РПУ КС выше чувствительности РПУ

7.Мощность шума в полосе частот ствола ретранслятора определим по формуле (2.7)

$$P_ш = kT\Delta f = 1{,}38 \cdot 10^{-23} \cdot 250 \cdot 54 \cdot 10^6 = 1{,}41 \cdot 10^{-13} \text{ Вт } (-128{,}5 \text{ дБВт})$$

8. Отношение сигнал-шум на входе приёмника ретранслятора

определим по формуле(2.8)

$$\frac{Pc}{Pш} = Pc - Pш = -118{,}56 - (-128{,}5) = 9{,}94 \text{ дБ}$$

9. Определяем потери дожде по формуле (2.9)

$$L_д = a \cdot I^b \cdot l \text{ (дБ)},$$

где I=22 мм/час — интенсивность выпадения садков в зоне E, l — длина пути сигнала в дождевом слое,

a и b — вспомогательные коэффициенты

$$a = 4{,}21 \cdot 10^{-5} \cdot f^{2{,}49} \text{ при } 2{,}9 \le f \le 54 \text{ ГГц};$$

$$a = 4{,}21 \cdot 10^{-5} \cdot 10{,}98125^{2{,}49} = 0{,}013.$$

$$b = \begin{cases} 1{,}41 \cdot f^{-0{,}0779} & \text{при } 2{,}54 \le f \le 25 \text{ ГГц} \\ 2{,}63 \cdot f^{-0{,}272} & \text{при } 25 \le f \le 164 \text{ ГГц} \end{cases}$$

$$b = 1{,}41 \cdot 10{,}98125^{-0{,}0779} = 1{,}17.$$

Длина пути сигнала в дождевом слое с учетом h3C=0˚ определим по формуле (2.10)

$$l = \frac{h_д}{sin\varphi} = \frac{6{,}8}{sin39} \text{км}$$

где hД – эффективная высота дождевог о слоя,
γγ=39˚ – угол места ЗС ,
Угол возвышения равен углу места ЗС определяется по формуле (2.11)

$$\gamma = arcsin\frac{Hcos52{,}4\cos(86{,}5 - 76{,}5)}{\sqrt{H^2 + R^2 + 2HRcos43{,}2(86{,}5 - 76{,}5)}},$$

где H=42170 км – высота орбиты геостационарного спутника над Землёй; R=6371 км – радиус Земли;

$\boldsymbol{\varphi}$H - широта ЗС;

λc –λн- разность по долготе между спутником и ЗС.

Высота нулевой изотермы определим по формуле(2.12) км

$$h_и = 7{,}8 - 0{,}1 \cdot 43{,}2 = 3{,}48 \text{ км.}$$

Эффективная высота дождевого слоя определяется по формуле (2.13)

$$h_Д = 3{,}48 + 10\lg(22/10) = 6{,}82 \text{мм/час,}$$

$$L_д = 0{,}030 \cdot 22^{1,17} \cdot 10{,}08 = 0{,}7 \text{ дБ.}$$

10. Определим отношение сигнал-шум на входе приёмника ЗС при работе в дожде по формуле (2.14) , дБ

$$\left(\frac{Pc}{Pш}\right) = \frac{Pc}{Pш} - L_Д = 9{,}94 - 0{,}7 = 9{,}24$$

12. Добротность приёмной системы ЗС определяется по формуле(2.15)

$$Д = \frac{G}{Tp} = \frac{334405}{250} = 1337{,}6(-31{,}2 \text{ дБ})$$

Тр=250˚К — полная шумовая температура приёмной системы ретранслятора.

Согласно справочнику норм МККР добротности приемной системы земных станций 17-42 дБ следовательно, условие качественного приема выполнены.

13. Определим энергетический потенциал по формуле (2.16)

$$ЭП = -118{,}56-(-203{,}5) = 84{,}94 \text{ дБ.}$$

Пропускная способность канала

$$\begin{cases} C \le C_1 = \dfrac{P_c}{N_o h_n^2} = \dfrac{ЭП}{h_n^2} \\ C \le C_2 = \dfrac{\Delta f_{ст}}{B} \end{cases} \qquad C = \min(C_1, C_2)$$

где В – база сигнала.

Типовые параметры спутникового канала без кодирования

$B=2$; $h^2_n = 12$ дБ;

$C_1 = 87 - 12 = 75{,}4$ дБ;

$C_2 = 54 \cdot 10^6 /2 = 27$ дБ;

$C = C_1 = 75{,}4$ дБ (10^6 Бит/сек) — определяется энергетическими возможностями ретранслятора, а полоса пропускания используется лишь частично.

Коэффициент использования полосы частот

$$k_{исп} = \frac{BC}{\Delta f_{ст}} = \frac{2 \cdot 10^6}{54 \cdot 10^6} = 0{,}037$$

2.3 Расчет зависимости энергетических параметров негеостационарных спутников от высоты орбиты

В сетях связи на основе негеостационарных спутников, используемых круговой орбитальной группировки (ОГ) при низких и средних орбит. По сравнению с геостационарными они имеют следующие преимущества:

1 Относительно небольшая дальность связи может значительно снизить требования к оборудованию для повышения энергоэффективности пользователи и ретрансляторы.

2 Относительно небольшой диапазон связи обеспечивает небольшую задержку распространения, которая позволяет организовать интерактивный обмен информацией о пользователях в режиме по времени, близком к реальному (с использованием геостационарного спутника в задержке распространения 250-270 нм)

3 Сфокусируйтесь на негеостационарной спутника на поверхность

Земля позволяет пользователям работать на больших высотах повторитель практически в любом месте на земле.

Полевой службы GSR при минимальном угле возвышения 10 проходов широты ± 70 г, а при увеличении максимального угла возвышения 30 уменьшается до ± 50.

По нашим оценкам, эффект высоты орбиты спутника - Repeater

требования к рабочим характеристикам для силовых терминалов и пользователей ретрансляторов. Рассмотрим рисунок 1

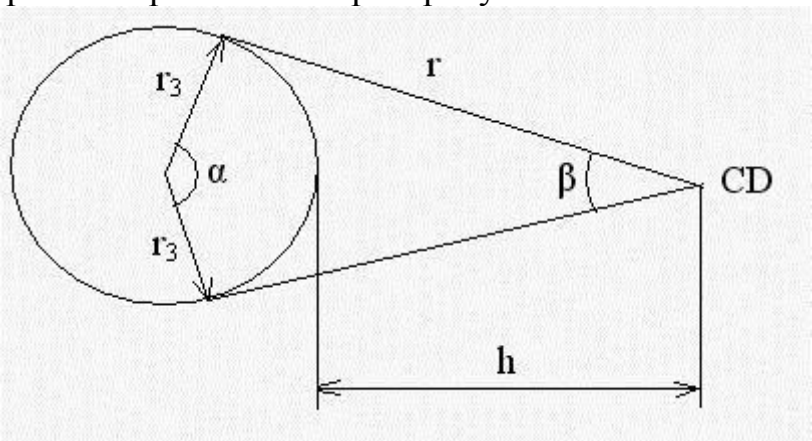


Рисунок 2.2 – Геометрические соотношения при оценке энергетических затрат

α — угловой размер зоны обслуживания, угол обзора зоны из центра Земли; r— наклонная дальность; h — высота орбиты; β — угол обзора зоны обслуживания с спутника

Таблица 2.9 - Исходные данные для расчета

Тип орбиты	Средняя
GPS ,h_1, км	20,000
ГЛОНАСС, h_2, км	19,000

Рассчитать угол обзора зоны обслуживания с спутника.

Определить максимальную дальность связи и результирующий энергетический проигрыш и выигрыш.

Определить период обращения спутника по круговой орбите, скорость скольжения зоны обслуживания и длительность сеанса связи.

Угол обзора зоны обслуживания с спутника

$$\beta = \left[180^0 - \frac{\alpha}{2} - 2arctg\left(\frac{h}{(2r_3 + h)tg\frac{\alpha}{4}}\right)\right]$$

$$\beta_1 = \left[180^0 - \frac{\alpha}{2} - 2arctg\left(\frac{h_1}{(2r_3 + h_1)tg\frac{\alpha}{4}}\right)\right] = 180^0 - 30^0 - 2\cdot 66^0 = 18^0$$

$$\beta_1 = \left[180^0 - \frac{\alpha}{2} - 2arctg\left(\frac{h_2}{(2r_3 + h_2)tg\frac{\alpha}{4}}\right)\right] = 180^0 - 30^0 - 2\cdot 70^0 = 18{,}2.'$$

Максимальная дальность связи

$$r = r_3 \frac{\sin\left(\frac{\alpha}{2}\right)}{\sin\left(\frac{\beta}{2}\right)}$$

$$r_1 = r_3 \frac{\sin\left(\frac{\alpha}{2}\right)}{\sin\left(\frac{\beta_1}{2}\right)} = 6371 \frac{\sin\frac{60^0}{2}}{\sin\frac{18^0}{2}} = 20360 \text{ км}$$

$$r_2 = r_3 \frac{\sin\left(\frac{\alpha}{2}\right)}{\sin\left(\frac{\beta_2}{2}\right)} = 6371 \frac{\sin\frac{60^0}{2}}{\sin\frac{18{,}2^0}{2}} = 20140 \text{ км}$$

Результирующий проигрыш

$$\Pi_{p2} = \left(\frac{r_2\beta_2}{r_1\beta_1}\right)^2 = \left(\frac{20140 \cdot 18{,}2}{20360 \cdot 18}\right)^2 = 0{,}01$$

Относительный выигрыш

$$B_p = \left(\frac{\beta_1}{\beta_2}\right)^2 = \left(\frac{18}{18{,}2}\right)^2 = 0{,}978.$$

то есть, увеличение высоты орбиты не только не сопровождается энергетическим проигрышем, но и обеспечивает незначительный выигрыш, величина которого растет по мере увеличения высоты орбиты и размер в зоне обслуживания.

Период обращения спутника по круговой орбите

$$T_0 \approx 1{,}655 \cdot 10^{-4} \sqrt{(r_3 + h)^3}$$

Скорость перемещения подспутниковой точки по
(скорость скольжения зоны обслуживания)

$$T_0 \approx 1{,}655 \cdot 10^{-4} \sqrt{(6371 + 20000)^3} = 708{,}7 \text{ мин} \quad \text{для } h_1=20000$$

$$T_0 \approx 1{,}655 \cdot 10^{-4} \sqrt{(6371 + 19000)^3} = 668{,}8 \text{ мин} \quad \text{для } h_2=19000$$

Максимальное время пребывания Абонента в зоне обслуживания
(длительность сеанса связи)

$$T_{max} = T_0 \cdot \alpha / 360 \quad \text{(мин)}$$

$$T_{max} = 708{,}7 \cdot 60 / 360 = 118 \text{ мин} \quad \text{для } h_1=20000$$

$$T_{max} = 668{,}8 \cdot 60 / 360 = 111 \text{ мин} \quad \text{для } h_2=19000$$

3 Безопасность жизнедеятельности

3.1 Анализ условия труда на предприятии связи

3.1.1 Оборудование для осуществления спутниковой навигационной системы контроля и управления дорожным движением.

Для осуществления спутниковой навигации управления грузовик система VSAT спутник будет расположен на крыше здания и от антенны к CSA является антенно-волноводный канал, где преобразование передачи сигнала данных (информации) и подается компьютер.

Антенна VSAT - зеркало параболические антенны офсетные с диаметром 6 м предназначен для передачи и приема радиосигналов в диапазоне частот от 10,75 до 14,50 ГГц. Характеристики:

Эффективная апертура (размер раскрыв антенны) - D = 6 м;

Шумовая температура антенны 250 K (угол места 10 °);

Материал рефлектора - стеклопластик, армированный полиэстером;

Оптика антенны - длиннофокусная, с смещенным фокусом (офсетная);

Тип монтировки - альт-азимутальная (азимут-угол местная);

Труба мачты - диаметр 76 мм;

Максимальная масса ВЧ - оборудования в фокальной плоскости антенны - до 2 кг;

Максимальный вес антенны без фокальных ВЧ-элементов – 55 кг;

Рабочие температуры - от -50 °С до 80 °С.

Антенна будет установлена на высоте 15 метров.

VSAT- терминал, работающий на основе двусторонней спутниковой связи, поддерживает интерактивные широкополосные IP приложения и много адресное вещание и позволяет решить проблемы связи как для

отдельного пункта, так и для всех отдельных.

Технические характеристики спутникового терминала :

Рабочее напряжение - широкий диапазон, 70-245 В, переменного тока или 12 В постоянного тока;

Потребляемая мощность: менее 35 Вт;

Размеры: подлежат определению внешние условия;

Рабочая температура: от -5 до +50 ° С;

Температура хранения: от -40 до+70 ° С;

Относительная влажность: до 90 %.

3.1.2 Организация рабочего места

Проект рассматривает развитие навигационных систем с использованием геостационарного спутника связи с передачей сигналов для контроля и управления дорожным движением на основе технологии VSAT. Эта система представляет собой земной станции для размещения центра управления системой (оператора).

В центре системы управления (CSA), чтобы изменить оператор отслеживает движущиеся объекты, принимает, обрабатывает и посылает, когда сообщения необходимо, по электронной почте. Поэтому мы считаем,

организацию рабочего места и правила работы с персональным компьютером с точки зрения безопасности.

По тяжести и интенсивности труда, работа относится к категории I - выполняются в оптимальных рабочих условиях с выгодой нагрузок приятным, комфортным и отвечает условиям труда.

В CSA 6 - сменным инженером - операторы, которые будут работать в несколько смен по 8 часов в день: с 8 °° до 20 °° дневные и 20 оо оо до 8 часов каждую ночь. В одну смену 3 инженера - оператора, так что комната рассчитана на 3 сидячих рабочих мест, в качестве средства труда используется оргтехники (3 компьютеров).

В номере есть размер аппаратной диспетчеру, D · W · B, м: 10 · 8 · 3 с белым потолком, светлыми стенами, с большим окном с жалюзи и распространение дополнительного искусственного освещения.

При проектировании станции оператора будут созданы следующие условия: достаточное рабочее пространство для рабочего человека; Это должно быть естественное и искусственное освещение для выполнения рабочих задач, техническое обслуживание; приемлемый уровень акустического шума и вибрации, создаваемой на рабочем месте оборудования или других источников шума и вибрации, микроклимата помещений.

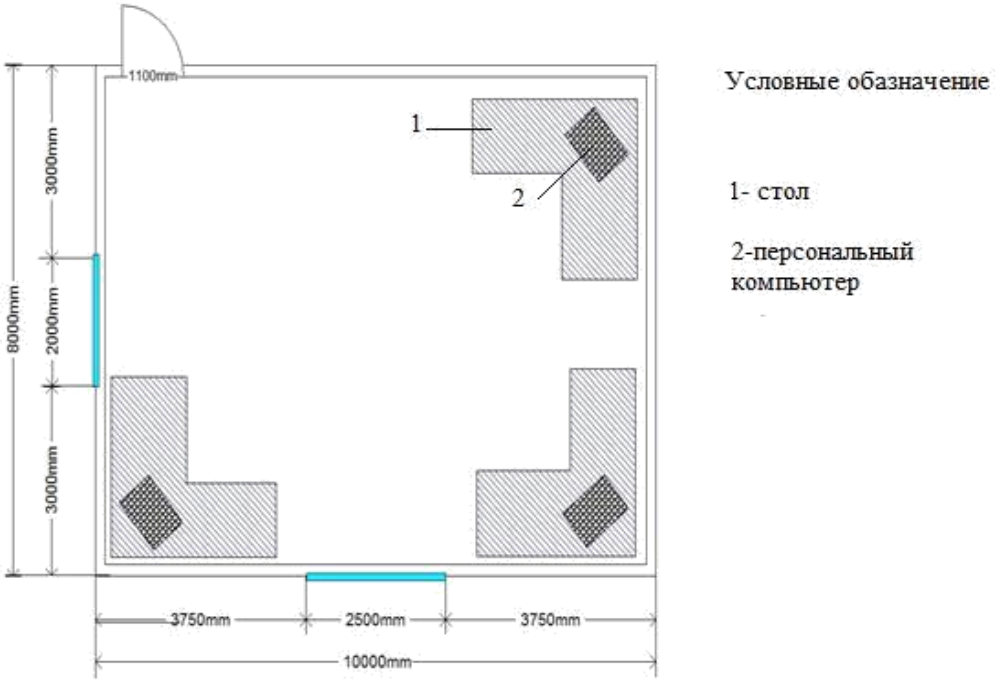


Рисунок 3.1 – Схема помещения ЦСА

3.1.3 Оценка воздействия ЭМП на обслуживающий персонал

В проекте устанавливаются антенны VSAT с высокой излучательной способностью, которые оказывают электромагнитное влияние на помещение аппаратной диспетчерской. Вследствие, этого принимаются средства защиты от электромагнитных полей. Степень воздействия на организм человека зависит от частоты, мощности излучения, продолжительности действия излучения, а также от индивидуальных особенностей человека. Подобное

прием -передающее устройство запрещается устанавливать на жилых домах, детских учебных заведениях и в местах наибольшего пребывания детей и пожилых людей. Среди технических мер защиты от воздействия радиоизлучений наиболеешироко распространено метод защиты расстоянием, то есть, организацией защитных зон, обеспечивающих безопасное нахождение за их пределами обслуживающего персонала и населения. В соответствии с санитарно-эпидемиологическими требованиями к эксплуатации радиоэлектронных средств для контроля уровней

ЭМП, создаваемых РЭС, используются расчетные и инструментальные методы. Расчетные методы используются при экспертизе проектных материалов с учетом тип в передающих средств, рабочих частот, режимов и мощностей, параметров и пространственного расположения антенн, рельефа местности, наличие пере отражающих поверхностей.

Обеспечение защиты работающих от неблагоприятного влияния ЭМП осуществляется путем проведения организационных инженерно-технических

и лечебно-профилактических мероприятий. Организационные мероприятия

предусматривают:

1) выбор рациональных режим в работы оборудования;

2) ограждение и обозначение соответствующими предупредительными

знаками зон воздействия ЭМП с уровнями, превышающими предельно -

допустимые, где по условиям эксплуатации не требуется даже кратковременное пребывание персонала;

3) Расположение рабочих мест и маршрут в передвижения обслуживающего персонала на расстояниях от источников ЭМП, обеспечивающих соблюдение ПДУ;

4) проведение ремонта оборудования вне зоны влияния ЭМП от других

источников;

5) ограничение продолжительности пребывания персонала в условиях воздействия ЭМП;

6) проведение организации рабочих мест на максимальных расстояниях

от источник в ЭМП.

В диапазоне частот 300 МГц ÷ 300ГГц на рабочих местах и в местах

возможного нахождения персонала, связанного с воздействием ЭМП, но оценивается по определено-допустимой плотности по тока энергии (ППЭ). В

этом случае определено допустимую ППЭ ЭМП устанавливают исходя из допустимого значения энергетической нагрузки на организм человека и времени его пребывания в зоне облучения, однако во всех случаях эта нагрузка не должна превышать 2 Вт/м2 для населения и 20 Вт/м2 вч на рабочих местах персонала передающих радиотехнических объект в (ПРТ) [15] .

Энергетическая экспозиция за рабочий день не превышает значений,

указанных в таблице 3.1[13].

Таблица 3.1 Предельно допустимые значения энергетической экспозиции

	Предельно Допустимая энергетическая экспозиция		
Диапазоны частот	По электрической составляющей, $(В/м)^2$ / ч	По магнитной составляющей, $(А/м)^2$ / ч	По Плотности Потока Энергии $(мкВт/см^2)$/ ч
30 кГц - 3 МГц	20000,0	200,0	-
3 - 30 МГц	7000,0	Не разработаны	-
30 - 50 МГц	800,0	0,72	-
50 - 300 МГц	800,0	Не разработаны	-
300 МГц - 300 ГГЦ	-	-	200,0

Таблица 3.2 Предельно допустимые уровни плотности потока энергии в диапазоне частот 300 МГц - 300 ГГц в зависимости от продолжительности воздействия [13].

Продолжительность воздействия Т, ч	$ППЭ_{пду}$, $мкВт/см^2$
0,5	400

Предельно допустимую ППЭ для аппаратной диспетчерской расчитан в пункта 3.2.1.

3.1.4 Расчеты по освещению

Освещение в операционной комнате делает комбинированный (натуральный и искусственный). Естественный свет в операторе принимает форму бокового освещения. Определим приближенное значение, необходимое (в боковой односторонней охват) области слуховых окон, обеспечивающих нормализованное отношение естественного света величину экспозиции (КЕ), в процентах от площади пола. [12]

Степень яркости освещения находится в пределах 300-500 лк. Естественное освещение в данном случае осуществляется в виде бокового света. Размер окна составляет 1,5 м • 2. Количество естественного соотношения света согласно санитарным нормам (Рисунок 3.2) при выполнении работ повышенной визуальной точности не должно быть меньше, чем 1,5%.Работа требует высокой точности в данном случае не хватает естественного освещения, так как оборудование стоя вдоль окна перекрывает световой поток, и это вычисляет искусственное освещение.

Таблица 3.2 – Коэффициент естественного освещения

Разряды работы	Виды работы по степени точности	Размеры предметов, которые Необходимо различать при работе ,мм	Нормы к.е.о.,%	
			При верхнем и комбинированном освещении	При боковом освещении
1 2 3 4	Особо точные Высокой точные Точные Малой точности	0,1 и менее от0,1до 0,3 от0,3до 1,0 от 1,0до10	10 7 5 3	3,5 2,0 1,5 1,0

Освещенность рабочего места и выбор количества осветительных приборов расчитан в пункте 3.2.2

3.2 Технические решение обеспечения безопасности и жизнедеятельности

3.2.1 Расчет воздействия ЭМП на обслуживающий персонал.

Расчет выполнен по методическому указанию[13].

Имеем

R – расстояние от центра наблюдения, 40 м;

S – площадь излучающей поверхности, 4,52 м2;

Рср – средняя мощность излучения, 6 Вт;

f =14 ГГц

с – скорость света, с $\approx 3 \cdot 10^8$ м/с

Предельно допустимую ППЭ вычисляют по формуле, Вт/м2

$$ППЭ = \frac{ЭН_{ППЭ}}{T} \quad (3.1)$$

где ЭНППЭ – нормированное значение допустимой энергетической нагрузки на организм, равное 2 Вт·ч/м2 (200 мкВт·ч/см2) для всех случаев облучения;

Т – время пребывания в зоне облучения, ч.

На рабочем месте обязанность сотрудников ГСЗ состоит из излучения антенны (дальнее поле) и излучения передатчика (ближней зоне).

Расстояние, соответствующее максимально допустимой плотности потока мощности в промежуточной зоне антенны определяется выражением Вт /м2

$$ППЭ = \left(\frac{3P_{Ср}}{S}\right) \cdot \left(\frac{R_{без}}{R}\right)^2, \quad (3.2)$$

где R – расстояние от центра наблюдения, 40 м;
S – площадь излучающей поверхности, 4,52 м2;
$P_{ср}$ – средняя мощность излучения, 6Вт;
$R_{бз}$ – максимальная протяженность ближней зоны.

Длина волны электромагнитного поля

$$\lambda = \frac{c}{f} \tag{3.3}$$

где f – частота электромагнитного облучения на линии вверх (для Ku-диапазона f =14 ГГц);
c – скорость света, c ≈$3 \cdot 10^8$ м/с.

$$\lambda = \frac{3 \cdot 10^8}{14 \cdot 10^9} = 21{,}43 \cdot 10^{-3}, м$$

Максимальная протяженность ближней зоны, м

$$R_{бз} = \frac{D}{4} + \frac{D}{2} \cdot \left(\frac{D}{\lambda}\right)^{\frac{1}{3}}, \tag{3.4}$$

где D – максимальный раскрыв антенны, 2,4 м.

$$R_{бз} = \frac{2{,}4}{4} + \frac{2{,}4}{2} \cdot \left(\frac{2{,}4}{21{,}43 \cdot 10^3}\right)^{\frac{1}{3}} = 6{,}98, м$$

$$ППЭ = \left(\frac{3 \cdot 6}{4{,}52}\right) \cdot \left(\frac{6{,}98}{40}\right)^2 = 121{,}41 \cdot 10^{-3}, Вт/м^2 < ПДУ \text{ для персонала ПРТО}$$

Максимальное время нахождения в ближней зоне, ч

$$Т = ЭН_{ППЭ} \cdot \frac{S}{3 \cdot P_{Ср}}$$

$$T = 2 \cdot \frac{4{,}52}{3 \cdot 6} = 0{,}5 \text{ ч} \tag{3.5}$$

Рассчитаем ППЭ в дальней зоне, Вт/м2

$$ППЭ = \frac{P*Q}{4*\pi*R2} \quad (3.6)$$

где P – мощность излучаемая на выходе антенны, 8 Вт;
Q – коэффициент направленности антенны, 10;
R – расстояние от рабочего места до антенны, 40 м.

$$ППЭ = \frac{8 \cdot 10}{4 * 3{,}14 * 40^2} = 0{,}4 \cdot 10^{-3} Вт/м^2$$

что не превышает допустимой нормы.

В качестве метода борьбы с ЭМП на прием -передающей земной станции выберем метод защиты расстоянием. Для этого необходимо определить безопасное расстояние, м:

$$R_{бз} = R_{Нз} \cdot \sqrt{\frac{ППЭ}{ППЭ_{доп}}}$$

где $ППЭ_{доп}$– для 8 часового рабочего дня согласно (5.1) составляет

$$ППЭ = \frac{2}{8} = 0{,}25 Вт/м^2$$

ППЭ = 3,98 Вт/м2 – измеренный уровень плотности потока энергии на расстоянии Rиз = 6,98 м

$$Rбез = 6{,}98 \cdot \sqrt{\frac{3{,}98}{0{,}25}} = 27{,}85 \quad (3.8)$$

Согласно расчета показывают что уровень плотности потока энергии 3,98 Вт/м2 на расстоянии 6,98 м является допустимым.

3.2.2 Расчет естественного освещения

При боковом освещении определяют площадь световых проем в S, обеспечивающая нормированные значения КЕ (коэффициент естественной освещенности) [12], по формуле:

$$100 \cdot \frac{S_0}{S_n} = \frac{e_{H.}^{IV}}{\tau_0} \frac{\eta_0}{r_1} \cdot K_{зд} \cdot К_з \quad (3.8)$$

где $S_0 =$

S_n – площадь пола помещения, м2;

$e_н$ – нормированное значение КЕ ;

$К_з$ – коэффициент запаса;

$\tau_о$ – общий коэффициент свет пропускания, который равен

офисное помещение относится по зрительным условиям работы к IV разряду (в соответствии с рисунком 3.1)[12].

Нормированное значение к.е.о. определяется из выражения

$$e_н = e \cdot m \cdot c \qquad (3.9)$$

где е – нормированное значение к.е.о. (таблица 3.2);
m - коэффициент светового климата;
с - коэффициент солнечности.

Значения коэффициент в m и с, для различных районов Казахстана приведены на рисунке 3.2[12] .

Таблица 3.3 Значения коэффициент в m и с

Пояс светового климата	С при световых проемах				
	М	в наружных стенах зданий	В прямо-угольных и трапециевидных фонарях	в фонарях типа шед.	При зенитных фонарях
4 50° северной широты и южнее (Алматы и Костонай)	0,9	0,75	0,85	0,95	0,85

$$e_H = 1{,}5 \cdot 0{,}9 \cdot 0{,}8 = 1{,}08\%$$

Таким образом, мы получили значение =1,08%. Вычислим необходимые размеры световых проемов, используя формулу (3.8)

$$S_0 = \frac{50 \cdot 1{,}08 \cdot 2{,}35}{100 \cdot 0{,}4 \cdot 1{,}15} = 2{,}1 \text{ м}^2$$

где $S_n = 8 \cdot 10 = 80 м^2$

$n_ф = 2{,}25$

Общий коэффициент светопропускания светового проема равняется

$$\tau 0 = \tau 1 + \tau 2 + \tau 3 + \tau 4 + \tau 5, \qquad (3.10)$$

где τ1=0,9 (стекло одинарное, листовое),

τ2 = 0,75 (переплеты стальные, открывающиеся) ,
τ3 = 0,65 (загрязнение фонарей незначительное),
τ4 = 0,9 (несущие конструкции – стальные),
τ5 = 1(отсутствуют солнцезащитные устройства),

Тогда τ0 = 0,4, а величина составляет τ2 1.15

По полученным данным, площадь фонарей естественного освещения должна составлять не менее 2.1 ,
эксплуатируемое помещение имеет площадь фонарей 6 .

3.2.3 Расчет искусственного освещения методом коэффициента использования светового потока

Расчет выполнено по методическому указанию [13] Дано
Длина помещения А = 10 м;
ширина помещения В = 8 м;
высота помещения Н = 3 м;
высота рабочей поверхности hР = 0,8 м;
разряд зрительной работы III (высокой точности).

Определение расчетной высоты подвеса

$$h_{расч} = H - (hр.п + hсв), \qquad (3.11)$$

где hр.п - высота рабочей поверхности(1м);
hсв – высота свеса светильника (0÷1,5 м).

Тогда расчетной высоты подвеса:

$$h_{расч} = 3 - (1+0) = 2 \text{ м}$$

Индекс помещение определяется по формуле

$$i = \frac{AB}{h(A+B)} \qquad (3.12)$$

где А - длина помещения, м;
В - ширина помещения, м;
h - расчетная высота, м.

Тогда индекс помещения равен

$$i = \frac{10 \cdot 8}{(10+8) \cdot 2} = 2{,}2$$

Коэффициент использования светового потока η=55 % (для индекса помещения i=2,2; коэффициентами отражения стен $\rho_{ст}$ = 50 %, потолка $\rho_{пт}$ = 70 % и пола $\rho_{пл}$ = 10 %)[11]

определим число светильников по формуле

$$N = \frac{E \cdot S \cdot z \cdot K}{Ф \cdot \eta}$$

где
Е – заданная минимальная освещенность;

S – освещаемая площадь;
Z – коэффициент неравномерности освещения, равный 1,1÷1,2;
Кз – коэффициент запаса, принимаемый равным 1,5.
Ф – световой поток;
η – коэффициент использования.

освещаемая площадь

$$S = 10 \cdot 8 = 80 \ м^2$$

Выбираем светильник ПВЛМ 2·40 с люминисцентными лампами Philips PL-TPR мощностью 23 Вт и световым потоком 1500 лм.

Рассчитаем количество ламп

$$N = \frac{E \cdot S \cdot Z \cdot K_з}{n\Phi_л \cdot \eta} = \frac{300 \cdot 1{,}5 \cdot 80 \cdot 1{,}1}{2 \cdot 3500 \cdot 0{,}55} \approx 12 \text{ шт}$$

$$L_{A,B} = \lambda \cdot h,$$

где $\lambda = 1{,}2 \div 2$

$$L_A = 1{,}7 \cdot 1{,}25 = 1{,}78 м$$

$$L_B = 1{,}7 \cdot 1{,}32 = 2{,}1 м$$

$$lA,B = LA,B / 2$$

$$l_A = 2{,}5/2 = 1{,}25 м, \ l_B = 2{,}64/2 = 1{,}32 м.$$

Для обеспечения необходимой освещенности помещения с параметрами 10 · 8 · 3 и разрядом зрительных работ III (в) установим количество светильник в типа ПЛВМ-2·40-12 штук с лампами по 23 Вт, марки Philips PL-TPR с световым потоком 1500 лм. [12]

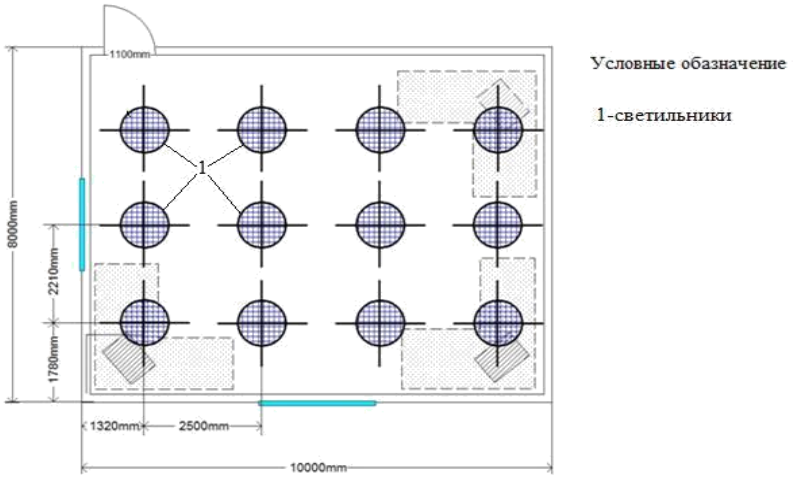


Рисунок 3.4 – Схема искусственного освещения

Выводы

После анализа условий работы персонала эксплуатации PRT,
Примите во внимание следующее:

- Освещение на рабочем месте;
- Воздействие микроволнового электромагнитного поля и мер по защите работников от это влияние.

Обзор данных позволяет оценить не только безопасность для здоровья условия работы, но их влияние на производительность обслуживающего персонала.

Учитывая неблагоприятные биологические эффекты микроволнового электромагнитного поля на человеческий организм нуждается в некоторых специальных мероприятий и
создание определенных условий, которые уменьшают или даже устранить этот эффект.

Исходя из проведенных расчетов:

1) полученный уровень ППЭ на рабочем месте составляет 0,25 $Вт/м^2$ и не превышает предельно-допустимый уровень. Расстояние от средств передачи равен 6,98 м является достаточным для безопасной работы персонала.

2) по расчету освещенности видно, что для диспетчерской требуется 12 ламп ПВЛМ 2·40.

4 Технико-экономическое обоснование проекта

4.1 Сущность и цель проекта

Этот проект рассматривается использование геостационарных спутниковой связи для связи с мобильным устройством и определить его координаты (место нахождения). Определение местоположения мобильной передаче сигнала осуществляется с помощью спутника, движущегося абонента. Разница во времени приема двух сигналов измеряется в мобильном терминале, и передается в центр управления сетью (ЦСА).

Полученная информация в сочетании с временем передачи взад и вперед, с тем чтобы гарантировать точность определения местоположения подсчета 100 метров в любом месте в зоне обслуживания с 95% уверенностью. Система основана на принципе электронной почты. Координатыобъекты не были оценены с помощью терминала, как определено на CSA и передается обратно в виде сообщений электронной почты на мобильном терминале. В качестве геостационарной спутниковой системы связи для организации был приглашен на спутника связи Казахской "KazSat-2", работая на геостационарной орбите. Особенности системы:CSA состоит из приемной антенны –передающие, направленной на спутниковый блок –передатчик приема, сервер обработки данных, сервер хранения данных, производственный сервер для оператора, с единством двух основных серверов.

Транспортное средство (автомобиль) установлен абонентский комплект, состоящий из трех внешних антенн базовых блоков (радиоволны он защищен крышкой), внутренний блок и подключения клавиатуры к дисплею (макет QWERTY).

Терминал оснащен устройствами хранения (память) для хранения сообщений. -peredatchika приемный блок, который может быть размещен в любом месте в салоне автомобиля, в качестве управления работой терминала с помощью клавиатуры и встроенного дисплея. Клавиатура имеет несколько дополнительных программируемых функциональных клавиш и сообщение тайм-аута дисплея snaschena означает, синхронизированные с спутниковой связи и выходной мощности. МСТ имеет стандартизированный интерфейс для подключения дополнительных периферийных устройств - тревожной кнопки и дополнительные датчики в нескольких уровнях отделки салона для контроля различных параметров транспортного средства и груза (например, температура в холодильнике).

Маркетинг

Разработка проектов - обеспечение связи и навигации с использованием геостационарного спутника.Система спутниковой связи с подвижными объектами и, в частности, системы, которые обеспечивают службы терминалов определения местоположения пользователя, что позволяет управлять и контролировать движение и статус товаров, является перспективным и растущий сектор рынка.

Как показывает мировой опыт, крупных автомобильных компаний и компаний, занимающихся грузоперевозками, он способен к кредитам и стабильные клиенты, которые заинтересованы в повышении производительности и рентабельности их деятельности.

Использование оборудования спутниковой системы услуг потребителю и определение местоположения радио позволяет мобильный телефон:

а) транспортная компания:

- Для того, чтобы увеличить оборот транспорта и доходы от диапазона полетов;

- Быстро переориентировать на большем количестве транспортных средств

прибыльными грузовые;

- Реагировать на непредвиденные обстоятельства;

- Для того, чтобы контролировать расписание полетов круга;

- Повышение безопасности грузовых перевозок и сохранности грузов;

- Улучшение управления на основе оперативной информации;

-razreshat споры благодаря аргументированных материалов

в базе данных;

- экономия топлива;

2) Водитель автомобиля:

- Для поддержания непрерывного контакта с диспетчером в офисе;

- сэкономить время;

- Быстро решить непредвиденные проблемы;

3) клиенты транспортной компании:

- У вас есть точный график поставок;

- Осуществлять контроль за погрузку и доставку товаров;
- Снизить риски, связанные с безопасностью судоходства.

Исследования, проведенные американской фирмой СТА показывают, что в развитых странах, установка такого оборудования в транспорте повышает производительность их использования до 40% в год.

Использование текстовых сообщений при транспортировке грузов режим имеет ряд преимуществ по сравнению с традиционным голосом. Кроме того, этот режим обеспечивает конфиденциальность передаваемых и принимаемых данных. Не менее важным является тот факт, что абонент-водитель получает информацию об изменениях маршрута с точным названиями городов и пограничных пунктов, что в случае голоса не всегда правильно расслышал.Отправка текстовых сообщений не требует наличия местного транспорта во время передачи (в отличие от голосовых вызовов). На станции управления компьютер получает и хранит всю входящую информацию, но даже если он выключен, информация не теряется, но хранится в другом устройстве - компьютере, регионального оператора. При включении компьютера и установить соединение через модем с региональным менеджером центра получает всю информацию, пришел к нему.

Электронные карты местности, которые могут быть применены к изображению всех машин, позволяют ему отслеживать маршруты движения каждого транспортного средства.К этому можно добавить, что такая организация связи предоставляет (внеобходимо) управление транспортным средством и в нерабочее время.

4.2 Организационный план

Для организации системы потенциальный услугодатель заключает договор с ЗА «Казинформтелеком» на поставку и монтаж оборудования для организации работы ЦСА, закупает мобильные терминалы, предварительно получив разрешение у государственных органов на ввоз и эксплуатацию на территории Казахстана. Следующий шаг – заключение договора с провайдером на аренду канала в Ku диапазоне.

4.2.1 Капитальные затраты Капитальные вложения включают в себя

$$К = Ц + К_{тр} + К_{мон} + РС + К_{пл} + К_{зап} \qquad (4.1)$$

где Ц – цена на приобретение оборудования,
$К_{тр}$ - стоимость перевозки к месту эксплуатации,
$К_{м\ н}$- стоимость монтажа прибора на месте,
$К_{пл}$ - стоимость занимаемой площади,
$К_{зип}$ -стоимость запаса именных частей.

Таким образом цена на приобретение оборудования с оставляет

Ц = 40 153000 тг.

Стоимость перевозки к месту эксплуатации $К_{тр}$ составляет 2% от стоимости оборудования

$$К_{тр} = Ц \cdot 0{,}2 = 40153000 \cdot 0{,}02 = 803060 \text{ тг}$$

Стоимость монтажа прибора на месте составляет 5% от стоимости оборудования

$$К_{мон} = Ц \cdot 0{,}05 = 40153000 \cdot 0{,}05 = 2007650 \text{ тг}$$

Таблица 4.1 – Стоимость оборудования спутниковой системы.

Наименование Обороудования	Цена оборудования, Тенге	Количство оборудования	Стоимость, тенге
Параболическая антенна ТНА- 6 м.	228 000	1	228 000
Блок приемо -	650 000	1	650 000
Система управления и обработки Информации	540 000	1	540 000
Мобильный Терминал	195 000	200	39000000
DU	90 400	1	90 400
Дополнительное Обрудование	545 000	-----	545 000
Стоимость всего оборудования			40 153 000

Стоимость запаса именных частей $К_{зип}$составляет 3% от стоимости оборудования

$$К_{зип} = Ц \cdot 0{,}3 = 40153000 \cdot 0{,}03 = 1204590 \text{ тг}$$

Стоимость занимаемой площади Кпл составляет 6% от стоимости оборудования

$$К_{пл} = Ц \cdot 0{,}06 = 40153000 \cdot 0{,}06 = 2049180 \text{ тг}$$

Откуда капитальные затраты равны
К= 40 153 000+803060+2007650+1204590+2409180=46 577 480 тг.

4.2.2 Расчет годовых эксплуатационных расходов

Эксплуатационные расходы определим по формуле

$$Э_р = ЗП + С_н + А + М + С_{эл} + С_{адм} + С_р + Ar$$

где ЗП – основная и дополнительная заработная плата персонала, обслуживающего прибор (устройств , систему) [15]

$С_н$ – социальный налог;

А – амортизационные отчисления;

М– затраты на материалы и запасные части;

$С_{эл}$– электроэнергия со стороны производственных нужд;

$С_{адм}$– прочие административные управленческие и эксплуатационные расходы

$С_р$– затраты на рекламу.

Ar -затраты на аренду канала

Для вычисления заработной платы приведем средне месячные оклады обслуживающего персонала, которые сведем в таблицу 4.2

Таблица 4.2 -Заработная плата обслуживающего Персонала

Наименование должности	Количество человек	Месячная заработная плата, тг оклад тг/мес	Годовая заработная плата, тг
Инженеры	6	120 000	1 440 000
Итог	6	120 000	1 440 000

Основная заработная плата за год составит

$$ЗП_{сн} = 1440000 \text{ тг.} \quad (4.3)$$

В годовой фонд заработной платы включается дополнительная заработная плата (работа в праздничные дни, сверхурочные и т.д.) в размере 30% от основной заработной платы.

$$ЗП_{доп} = ЗП_{осн} \cdot 0{,}3 = 1440000 \cdot 0{,}3 = 432000 \text{ тг} \quad (4.4)$$

При расчете фонда заработной платы следует учесть премии для выплаты рабочим (25%)

$$П = ЗП_{осн} \cdot 0,25 = 1440000 \cdot 0,25 = 360000 \text{ тг} \quad (4.5)$$

Заработная плата складывается из основной и дополнительной заработной платы

$$ЗП = ЗП_{осн} + ЗП_{доп} + П \quad (4.6)$$

ЗП =1440000+432000+360000 = 2232000 тг.

Социальный налог составляет 11 % от общей заработной платы Пенсионный отчисления, который составляет 10 % от ФОТ, не облагающие социальный налог.

$$С_н = (ЗЗ \cdot 0,1 \cdot ЗП) \cdot 0,11 = (2232000 \cdot 223200) \cdot 0,11 = 220968 \text{ тг} \quad (4.7)$$

Амортизационные отчисления на систему связи по существующему положению в настоящее время 15%

$$А = На\ (\%) \cdot К_{вл}/100\% = 15 \cdot 46577480\ /100 = 6986622 \text{ тг} \quad (4.8)$$

Затраты на материалы и запасные части находятся в размере 2% от стоимости коммутационного оборудования

$$М = Ц \cdot 0,02 = 46577480 \cdot 0,02 = 931549 \text{ тыс.тг}, \quad (4.9)$$

Затраты на электр энергию рассчитаем по следующей формуле

$$С_{эл} = W \cdot T \cdot S,$$

где W – потребляемая мощность станций, W = 15 кВт,
T –количество часов работы оборудования в год,
S – стоимость киловатт-часа электроэнергии, S = 17 тг/кВт час.
Откуда

$$С_{эл} = 15 \cdot 8760 \cdot 17 = 2233800 \text{ тг},$$

Стоимость прочих расходов составляет 30 % от основной заработной
платы

$$С_{адм} = ЗП \cdot 0,3 = 2232000 \cdot 0,3 = 432000 \text{ тг}.$$

Затраты на рекламу составят 500 000 тг

Затраты аренды радиоканала за год Ar =3168000 тг

Таким образом, эксплуатационные расходы составят

$$Э_р = ЗП + С_н + А + М + С_{эл} + С_{адм} + Р$$

$Э_Р$=22322000+220968+6986622+931549+2233800+432000+500000+3168000=10416939

Результаты заносим в таблицу 3.3

Таблица 3.3 – Эксплуатационные затраты

Показатель	Сумма, тенге
ЗП	2 232 000
Отчисления на социальный налог	220 968
Амортизационные Отчисления	6 986 622,00
Материальные затраты	931 549,00
Затраты на электроэнергию	2 233 800,00
Платежи за использование радио частот	3 168 000
Затраты на рекламу	500 000,00
Прочие расходы	432 000,00
Итого	16704939

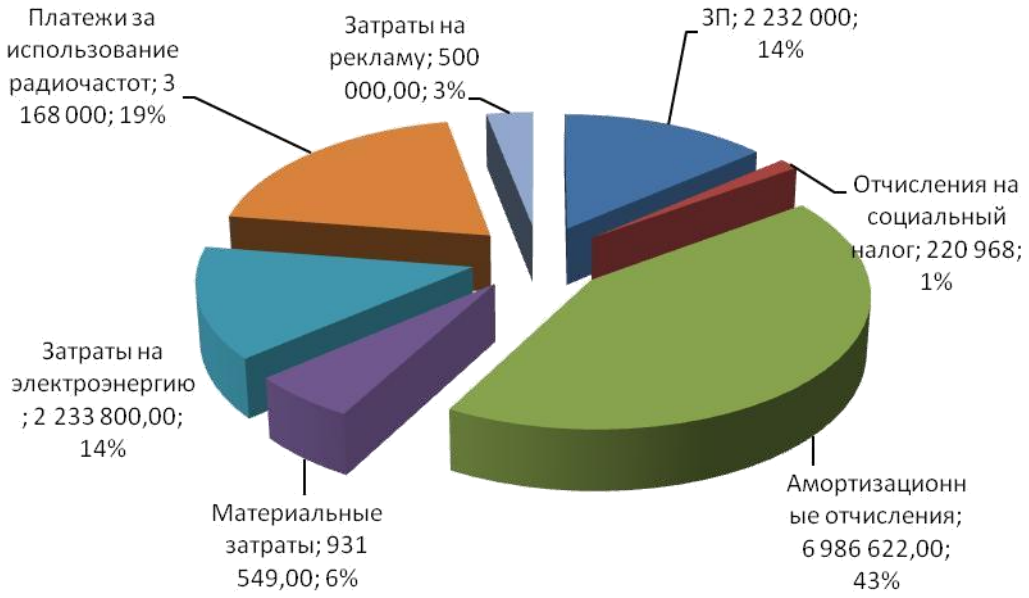


Рисунок 4.1 Приведена диаграмма, отражающая структуру производственных эксплуатационных затрат.

4.3 Расчет доходов

Доходы компании состоят из разовых и постоянных платежей клиентов. Доход от реализации услуг рассчитывается по формуле

$$Д = (Т \cdot n) \cdot N \qquad (4.13)$$

где Т – месячная абонентская плата клиентов;
N – количество клиентов,
n – число месяцев;

Оценки эффективности от реализации проекта производится на основе следующих показателей

1. Чистый доход;
2. Чистый приведенный доход;

Для расчета срока окупаемости необходимо определить чистый доход и доход предприятия после налог обложения.

Чистая прибыль от реализации услуг определяется по формуле

$$ЧП = П - КПН \qquad (4.14)$$

где П - прибыль от реализации услуг, КПН – корпоративный по доходный налог с юридических лиц. Сумма налога в бюджет составляет 20% от чистого дохода предприятия.[17] Чистый доход предприятия после налог обложения рассчитывается по формуле:

$$КПН = 0{,}2 \cdot П \qquad (4.15)$$

Прибыль от реализации услуг рассчитывается по формуле

$$П = Д - \sum Э \qquad (4.16)$$

где Д - реальный доход от внедрения услуг в год;
Э – эксплуатационные расходы.

Чистый денежный поток (ЧДП) считаем по формуле

$$ЧДП = ЧП + А \qquad (4.20)$$

где А – амортизационные отчисления.

Абонентами сети будут являться физические лица . Месячная абонентская плата составляет 8000 тенге. Предположим, что 800 человек будут пользоваться услугой.

Доход от реализации услуг

Д= (8000*12)*800=76 800 000 тг;

Прибыль от реализации услуг

П =76 800 000 – 10 416 939= 66 383 061тг;

Корпоративный подоходный налог с юридических лиц

КПН= 0,2 · 66383061= 1327 6612тг;

Чистая прибыль от реализации услуг

ЧП = 66383 061- 1327 6612= 53106448 тг;

4.4 Расчет показателей экономической эффективности

Рассчитаем коэффициент общей экономической эффективности капитальных вложений по формуле

$$E=П/К \qquad (4.2)$$

где П-чистая прибыль;
К- капитальные вложения;

E=53106448/46 577 480 =1,14

Срок окупаемости находим по формуле:

$$T=1/E \qquad (4.22)$$

где Е – коэффициент общей экономической эффективности

T=1/1,14= 0,9 года

Таким образом, средства, вложенные в организацию проекта, предприятие окупит за 0,9 года, то есть за 11 месяцев (335 дней).

Таблица 3.5 – Показатель экономической эффективности

Наименование статей затрат	Показатели
Капитальные вложения, тенге	46 577 480
Эксплуатационные расходы, тенге	10 416 939
Доход от реализации услуг, тенге	76 800 000
Прибль от реализации услуг, тенге	66 383 061

Чистая прибыль, тенге	53106448
Срок окупаемости, год	0,9

Вывод

Анализируя расчет экономических показателей можно сказатьследующее, для реализации данного проекта необходимо капитальное вложение в размере 46 577 480 тенге. Сумма затрат за год составит фактическую производственную себестоимость или величину годовых эксплуатационных расходов, в нашем случае эксплуатационные расходы составили 10 416 939 тенге. Чистая прибыль от внедрения спутниковой навигации составит 53 106 448 тенге.

Экономическая эффективность свидетельствует об инвестиционной привлекательности проекта, так как проект окупается за 0,9 год, то есть за 11 месяцев.

Список сокращений

ИСЗ – искусственный спутник Земли
СРНС – спутниковая радионавигационная система
GPS – global positin system
ГЛОНАСС – глобальная навигационная спутниковая система
РНС – радионавигационная система
МСЭ – Международный союз электросвязи
МКРЧ – Международная комиссия по радиочастотам
МККР – Международная консультативная комиссия по радиочастотам
GDP – Geometric Dilution of Precision
НКУ – наземный комплекс управления
АПСН – аппаратура потребителя спутниковой навигации
НКА – навигационный космический аппарат
ПСС – подвижная спутниковая служба

Заключение

На основе проведенного обзора литературных источников по определению местонахождения с помощью РНС было выявлено, что в мире широко применяется система GPS. Но в Казахстане широкое внедрение этой системы до сих сдерживается рядом факторов, и изучение этой проблемы остается актуальной до сих пор.

В данном дипломном проекте была рассмотрена возможность осуществление контроля и управления автотранспортом с помощью спутниковой навигационной системы на маршруте Алматы- Костанай.

В качестве оптимальной системы для местоопределения в Казахстане подвижного объекта в проекте использована система GPS. Для передачи данных таких, как координаты автотранспорта в транспортное предприятие использовался геостационарный спутник KazSat-2 в системе спутниковой связи по сети VSAT .

В экономической части дипломного проекта был предоставлен организационный план с капитальными, эксплуатационными затратами проектируемой системы связи, с указанием срока окупаемости предоставленного проекта по маршруту Алматы- Костанай.

В разделе безопасности жизнедеятельности были рассмотрены обеспечения условия труда, проведен расчет естественного и искусственного освещения помещения, где проводилось определение местонахождение объекта.

Таким образом, выполнены все необходимые расчеты и проведена проверка соответствия рассчитанных параметров системы спутниковой связи справочными техническими характеристиками, а также практическое применение данного проекта.

Список литературы

1. Козин И.Д. «Спутниковые радионавигационные системы» // Алматы: АИЭС, 2006г.
2. БеляевскийЛ.С.,НовиковВ.С., ОлянюкП.В.« основы радионавигации». // М.: Транспорт, 1982г, 287 с.
3. Шебшаевич В.С, Дмитриев П.П, Иванцевич Н.В и др. «Сетевые спутниковые радионавигационные системы» // М.: Радио и связь, 1989г,272 с.
4. Мордухович А.А, Степанов В.Д «Системы радиосвязи» //М.: Радио и связь, 1995г.
5. Глобальная навигационная спутниковая система ГЛОНАСС. Интерфейсный контрольный документ. М.: КНИЦ ВКС, 1995.
6. www.chipnews.ru Е.Павеляев, С.Хуторный
7. Бородич С.В. « применении систем спутникой связи с спутниками на низких орбитах // Электросвязь». -1995г, № 9. - С. 19-24
8. Акимов А. А. Буравин А.Е. "Связь и навигация. Интеграция услуг //журнал Системы и средства связи 2000 г. № 3-4.
9. Соловьев Ю.А. «Системы спутниковой навигации» //М.: Эк - Трендз, 2000, 260с.

Государственные нормативы в области архитектуры, оград строительства и строительства.

10. Анчарова Т.В. Проектирование промышленных светительных установок. Методическое пособие. – М.: Изд.: МЭИ, 2003.

11. СанатоваТ.С., Хакимжан в Т.Е.Охрана труда и основы безопастности жизнедеятельности: Методические указания к выполнению раздела «Расчет электромагнитного поля»-Алматы:АИЭС, 2011.

12. Абдимурат в Ж.С., Мананбаева С.Е. Безопасность жизнедеятельности.

13. Базылов К.Б., Еркешева З.Д., Бабич А.А. Методические указания дляэкономической части выпускной работы – для студент в всех формобучения специальности 050719 – Радиотехника, электроника и телекоммуникации. – Алматы: АИЭС, 2009 17. Е.А . Голубицкая, Г.М. Жигульская. Экономика связи: Учебник для вузов. – М.:Радиосвязь, 1999

Приложение А

Инженерный расчет в программной среде Mathcad

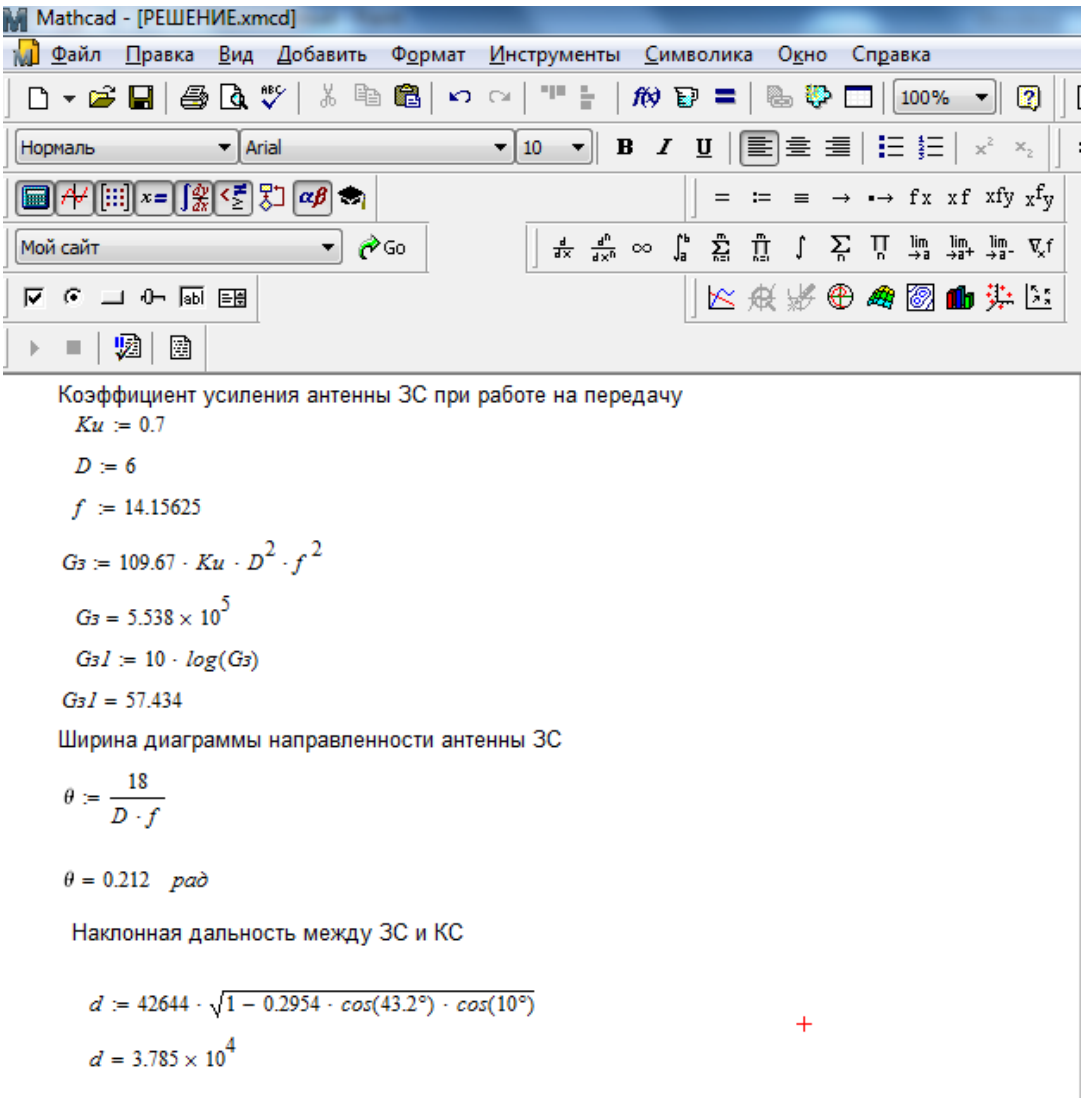


Рисунок А .1 – Рисунок результата расчета спутниковой линии связи Алматы – KazSat-2 - Костанай на участке «вверх»

Продолжение приложения А

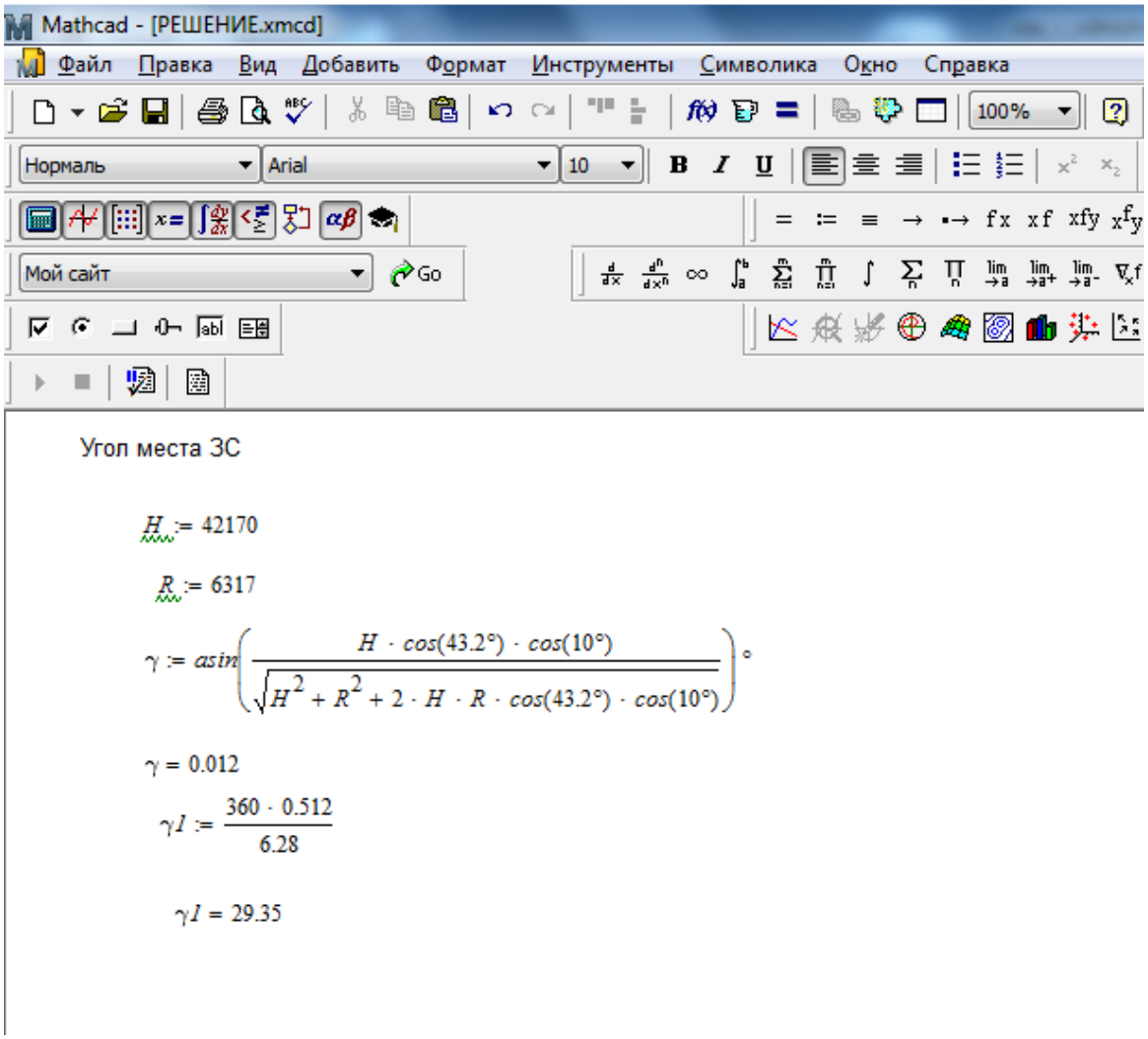


Рисунок А .2 – Рисунок результата расчета угол места спутниковой линии связи Алматы – KazSat-2 - Костанай на участке «вверх»

Продолжение приложения А

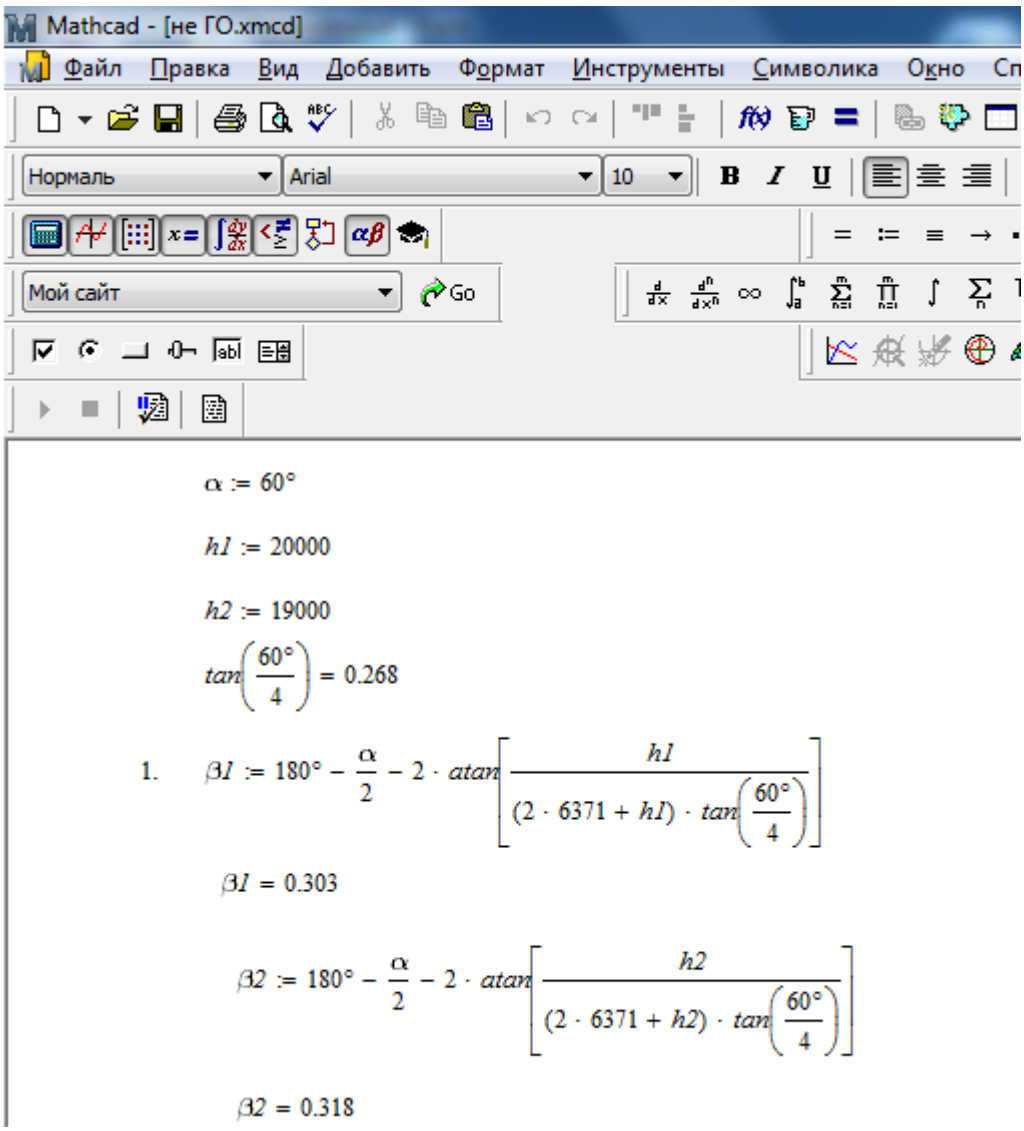


Рисунок А .3 – Рисунок результата расчета угол обзора обслуживания с спутника для GPS и ГЛОНАСС

Продолжение приложения А

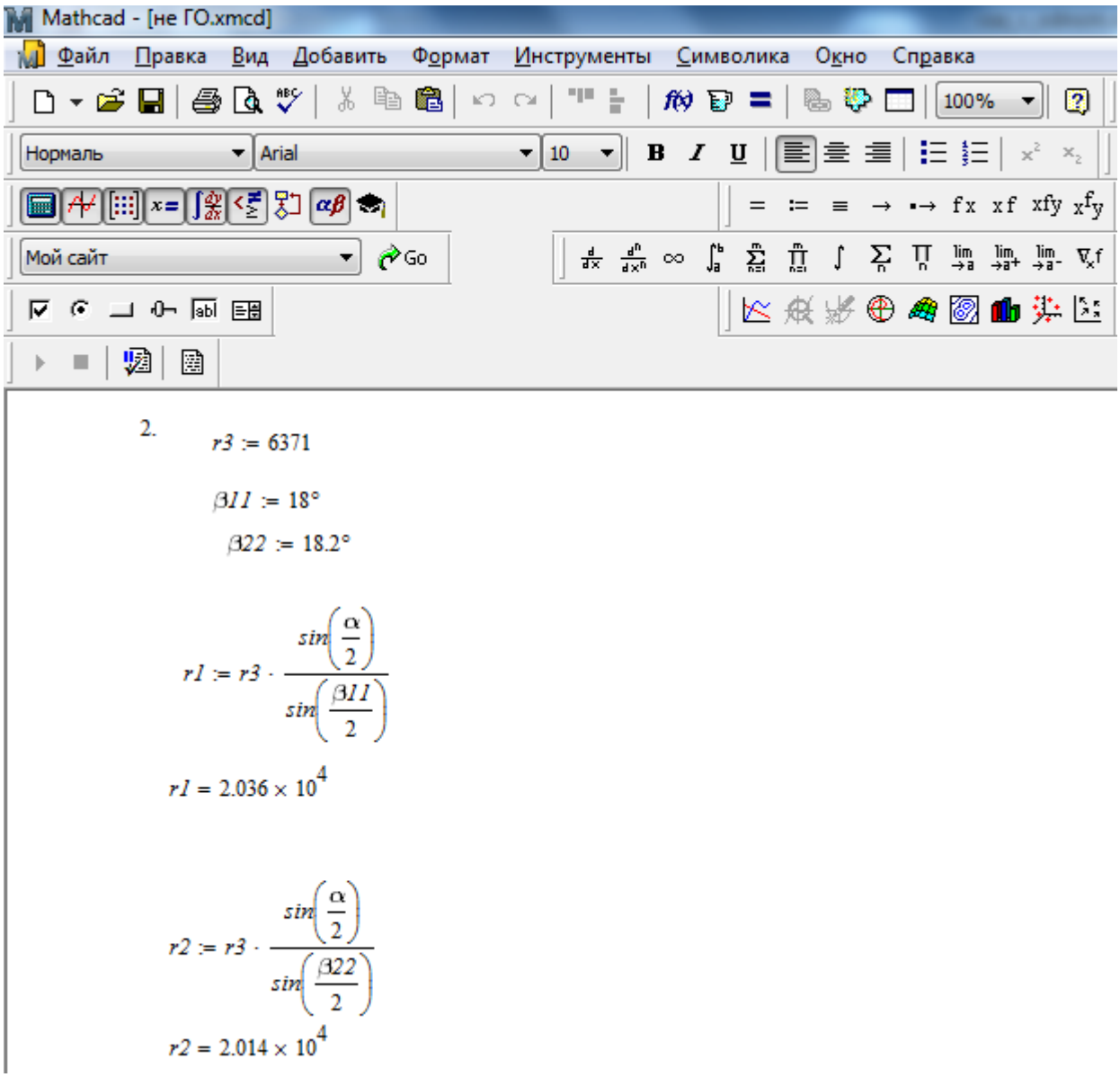


Рисунок А .4 – Рисунок результата расчета максимальной дальности связи для GPS и ГЛОНАСС