МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

Некоммерческое акционерное общество

«АЛМАТИНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ЭНЕРГЕТИКИ И СВЯЗИ»

Кафедра Телекоммуникационных систем

«Допущен к защите»

Зав. кафедрой _____
(ученая степень, звание, Ф.И.О.)

_____ «____» _____ 2016 г.
(подпись)

ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ

На тему: Анализ использования спутниковых систем связи для дистанционного зондирования территорий Республики Казахстан.

Специальность: _____

Выполнил: Есімбекова Қымбат Қуанышбайқызы Группа: МТС у-13-2
(Ф.И.О.)

Научный руководитель: ст.пр-ль ТКС Демидова Т.Д.
(ученая степень, звание, Ф. И. О.)

Консультанты
по экономической части: к.э.н., доцент, Бекищева А.Ч
(ученая степень, звание, Ф. И. О.)

_____ «31» 05 2016 г.
(подпись)

по безопасности жизнедеятельности: ст.преп. Кенжибетова А.С.
(ученая степень, звание, Ф. И. О.)

_____ «28» апреля 2016 г.
(подпись)

по применению вычислительной техники: к.т.н., ст.пр. ТКС, Ефремова Ю.И
(ученая степень, звание, Ф. И. О.)

_____ «____» _____ 2016 г.
(подпись)

Нормоконтролер: Демидова Т.Д. ст.пр-ль
(ученая степень, звание, Ф. И. О.)

_____ «14» июня 2016 г.
(подпись)

Рецензент: _____
(ученая степень, звание, Ф. И. О.)

_____ «____» _____ 2016 г.
(подпись)

Алматы, 2016

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

Некоммерческое акционерное общество
«АЛМАТИНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ЭНЕРГЕТИКИ И СВЯЗИ»

Факультет Радиотехники и связи
Кафедра Телекоммуникационных систем
Специальность 5В071900 - Радиотехники, электроники и телекоммуникации

ЗАДАНИЕ

на выполнение дипломного проекта

Студенту: Есімбекової Қымбат Қуанышбайқызы
Тема проекта: Анализ использования спутниковых систем связи для дистанционного зондирования территорий Республики Казахстан

Утверждена приказом по университету № 7 от «08» 02 2016г.
Срок сдачи законченного проекта «___» _____ 2016 г.

Исходные данные к проекту (требуемые параметры результатов исследования (проектирования) и исходные данные объекта): Спутники дистанционного зондирования земли, KazeoSAT-1, Геостационарный спутник - Kazsat-2. Состояние дистанционного зондирования Земли в Республике Казахстан. Выбор земной станции. Выбор спутников и орбит

Перечень вопросов, подлежащих разработке в дипломном проекта, или краткое содержание дипломного проекта: Обзор и определение орбит для спутников дистонционного зондирования Земли. Обзор применяемых методов съемки и определение эффективного метода для зондирования территории РК. Расчет энергетических характеристик спутниковой линии „вниз" для геостационарных и солнечно-синхронных орбит.
Расчет диаметра приемной антенны.

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей): Структура разрабатываемой системы
ДЗЗ „АО „Казакстан Ғарыш сапары"

Характеристики спектральных диапазонов.
Структура цифрового изображения в виде двумерной решетки

Основная рекомендуемая литература: 1. Кашкин В.Б., Сухинин А.И. Дистанционное зондирование Земли из космоса. Цифровая обработка изображений. Учебное пособие - 2001г
2. Воробьева А.А. Дистанционное зондирование Земли" Учебно-методическое пособие. Санкт-Петербург - 2016
3. Кронберг П. Дистанционное изучение Земли. Основы и методы дистанционных исследований в геологии. - М: Мир 2000.
4 Гарбук С.В., Гершензон В.Е. Космические системы дистанционного зондирования Земли. - М.: Издательство А и Б, 1997г

Консультации по проекту с указанием относящихся к ним разделов проекта

Раздел	Консультант	Сроки	Подпись
БЖД	Бешибетова А.С	10.03-28.04.16	
Эконом. часть	Бекенцева А.И.	18.04-31.05.16	
Расч. часть	Демидова Т.Д	17.5.2016	
Техн. часть	Демидова Т.Д	17.5.2016	
Вогг. техника	Ефремова Ю.М.	14.05.16	

График
подготовки дипломного проекта

№ п/п	Наименование разделов, перечень разрабатываемых вопросов	Сроки предоставления научному руководителю	Примечание
1.	Обзор состояния систем ДЗЗ в Казахстане		
2.	Обзор технологии систем ДЗЗ		
3	Описание использования		

	параметров		
4	Обзор и определение методов съемки		
5	Расчет энергетических характеристик спутниковой линии		
6	Расчет диаметра приемной антенны		
7	Подготовка раздела БЖД		
8	Подготовка раздела экономики		

Дата выдачи задания «___» _____2016 г.

Заведующий кафедрой _____ _____
(подпись) (Ф. И. О.)

Научный руководитель проекта _____ _____ Демидова Г. Д.
(подпись) (Ф. И. О.)

Задание принял к исполнению студент _____ Асімбекова К. К.
(подпись) (Ф. И. О.)

Аңдатпа

Дипломдық жобада қашықтықтан Қазақстан Республикасының Жерді зондтау спутниктік байланыс жүйелерінің көмегімен ақпарат беру жүйелерін жобалауға арналған.

Жобада қашықтықтан Жерді зондтау спутниктері Kazeosat-1 және Kazsat-2 геостационарлық спутниктері сиппатталған. Сондай-ақ Қазақстан Республикасының территориясын зондтау үшін тиімді спутниктер мен орбиталарды таңдау көрсетілген.

Аннотация

Дипломный проект посвящен проектированию системы передачи информации со спутников дистанционного зондирования земли РК с помощью спутниковых систем связи.

В проекте описывается спутники дистанционного зондирования Земли: Kazeosat-1, геостационарный спутник – Kazsat-2. Также показан выбор спутников и орбит для оптимального зондирования территорию Республики Казахстан.

Abstract

The diploma project is devoted to the design of the transmission system of satellite imagery, remote sensing of Kazakhstan using satellite communication systems.

Project consist of introduction, four chapters, conclusion, bibliography and appendixes.

There are 13 tables, 16 figures, 26literature sources and 8 appendixes in the diploma project. The total volume of the diploma is 102 pages.

Содержание

Введение 13
1 Общее понятие о дистанционном зондировании Земли 15
1.1 Введение в дистанционное зондирование Земли. 15
1.2 Состояние систем ДЗЗ в РК 16
1.3 Схема дистанционного зондирования. 18
1.4 Этапы дистанционного зондирования и анализа данных 21
1.5 Способы передачи данных ДЗЗ 23
1.6 Классификация данных ДЗЗ 24
1.7 Форматы записи данных 25
Формат записи данных должен быть удобен для их считывания и анализа. В дистанционном зондировании в основном применяют следующие форматы: 25
1.8 Пример обработки данных на программной основе SarScape 27
1.9 Методы съемки дистанционного зондирования Земли 30
1.10 Наиболее распространенный метод ДЗЗ в РК 34
2 Спутники, орбиты ДЗЗ, выбор системы 35
2.1 Спутники Дистанционного зондирования Земли 35
2.2 Классификация орбит 37
2.3 Земные станции в РК и их месторасположение 39
2.4 Антенны для Земных станции 42
2.5 Проектирование системы передачи данных 44
2.6 Выбор наземной станции, спутников и орбит 44
3 Расчетная часть 46
3.1 Расчет энергетических характеристик радиолинии спутник-Земля для геостационарных орбит 46
3.2 Расчет дополнительного затухания энергии сигнала на линии 48
3.3 Расчет необходимого диаметра антенн приемных земных станции 54
4 Безопасность жизнедеятельности 58
4.1Анализ условий труда 58
4.2 Анализ естественного освещения 60
4.3 Анализ искусственного освещения по методу коэффициента светового потока 63
4.4 Расчет искусственного освещения точечным методом 64

5 Экономическая часть 66
5.1 Вычисление затрат на интеллектуальную работу 67
5.2 Расчет стоимости производственной работы.....70
5.3 Цена интеллектуального труда.....74
Заключение 76
Список литературы 77
Приложения А……...……..74

Введение

В соответствии с Законом Республики Казахстан «О космической деятельности» одним из основных направлений космической деятельности является дистанционное зондирование Земли (ДЗЗ), направленное на получение пространственных данных о поверхности Земли.

Дистанционное зондирование Земли (ДЗЗ) означает получение информации о состоянии земной поверхности по измеренным на расстоянии, без непосредственного контакта датчиков с поверхностью, характеристикам электромагнитного излучения. Датчики могут быть установлены на космических аппаратах, самолетах и других носителях. Диапазон измеряемых электромагнитных волн - от долей микрометра (видимое оптическое излучение) до метров (радиоволны). Методы ДЗЗ могут быть пассивные, т.е. использовать естественное отраженное или вторичное тепловое излучение объектов на поверхности Земли, обусловленное солнечной радиацией, и активные - использующие вынужденное излучение объектов, инициированное искусственным источником направленного действия. Сама возможность идентификации и классификации объектов по информации ДЗЗ основывается на том, что объекты разных типов - горные породы, почвы, вода, растительность и т.д. - по разному отражают и поглощают электромагнитное излучение в том или ином диапазоне длин волн.

В настоящее время использование технологий дистанционного зондирования в управлении, научной и хозяйственной деятельности достигла такого уровня, что потребителей не удовлетворяют простые изображения на поверхности Земли, в большинстве случаев, носит символический характер, в котором вопросы производительности и точности результатов наблюдений, поддержание стабильной качества продукции данных просто не ставится. Следует отметить, что различные прикладные задачи выдвинул конкретные требования к характеристикам картин и самых съёмочных систем - например, от частоты и регулярности проведения обследования (мониторинга), высокое пространственное и радиометрическое разрешение (разведка), видимость (метеорология). В последние годы одним из основных требований, предъявляемых к данным дистанционного зондирования, является улучшение потребительских свойств конечных продуктов информации дистанционного зондирования[1].

Нынешняя тенденция использования технологии дистанционного зондирования предполагает преобразование промышленной технологии. Очевидно, что для приведения технологии дистанционного зондирования на промышленном уровне, и их эффективное применение в различных областях, необходимо, чтобы спутниковые изображения и технология обработки имели определенные особенности и характеристики, которые обеспечивают их пригодность для решения конкретных задач с определенными качественными характеристиками.

Спутниковые снимки должны обеспечивать надежное обнаружение

топологических особенностей и подробное исследование свойства объектов, представляющих интерес, с учетом точной информации об их спектральных характеристиках, обеспечивающих основу для измерения высокой точности для геодезии и развития географических информационных систем для различных областей применения.

Глобальная индустрия дистанционного зондирования в настоящее время разрабатываются и реализуются подходы и стратегии для обеспечения качества данных наблюдения Земли, комплекс мероприятий, направленных на обеспечение оценки соответствия и данных дистанционного зондирования нужно сертификация документов по основным параметрам их качества.

Необходимость оценки и подтверждения соответствия в области ДЗЗ пока слабо ощущается в нашей стране из-за весьма небольшого и нерегулярного объема космических данных, которые используются для систематического решения прикладных задач. С созданием полноценной и непрерывно функционирующей казахстанской космической системы ДЗЗ, становятся актуальными вопросы метрологического обеспечения и поддержания стабильного качества отечественных космических данных и продуктов ДЗЗ, оценки и подтверждения соответствия продукции ДЗЗ требованиям точности и качества.

Оценка соответствия в области ДЗЗ должна осуществляться на основе регламентированных для разработчиков и пользователей данных ДЗЗ правил, положений, средств и методов и требует решения следующих основных задач:

- определения состава объектов оценки соответствия;
- определения основных характеристик и показателей качества объектов оценки соответствия;
- установление нормативных требований качеству объектов оценки соответствия;
- разработка методов и моделей описания и оценки качества объектов в области ДЗЗ;
- разработка методик оценки качества объектов в области ДЗЗ.

1 Общее понятие о дистанционном зондировании Земли

1.1 Введение в дистанционное зондирование Земли.

Дистанционное зондирование Земли (ДЗЗ) – получение информации о поверхности Земли и объектах на ней, атмосфере, океане, верхнем слое земной коры бесконтактными методами, при которых регистрирующий прибор удален от объекта исследований на значительное расстояние. Общей физической основой дистанционного зондирования является функциональная зависимость между зарегистрированными параметрами собственного или отраженного излучения объекта и его биогеофизическими характеристиками и пространственным положением. Суть метода заключается в интерпретации результатов измерения электромагнитного излучения, которое отражается либо излучается объектом и регистрируется в некоторой удаленной от него точке пространства.

С помощью дистанционного зондирования исследуют физико-химические свойства объектов. Примеры природных форм ДЗ является зрение, обоняние и слух человек. Методы дистанционного зондирования включают в себя фото- и видеосъемку, что является существенным ограничением, является то, что пленка эмульсионный слой чувствителен только к излучению в видимой или близкой к ней части электромагнитного спектра.

В современной форме дистанционного зондирования выделяются два взаимосвязанных направления - естественные науки (дистанционное исследование) и инженерные (дистанционное зондирование), что находит свое отражение в широко распространенных английских терминах ***remote sensing*** и ***remote sensing techniques*** . Понимание природы дистанционного зондирования является неоднозначным. В качестве предмета дистанционного зондирования как научной дисциплины рассматриваются пространственно-временные свойства и отношения природных и социально- экономических объектов, проявляющиеся прямо или косвенно в собственном или отраженном излучении, дистанционно регистрируемом из космоса или с воздуха в виде двумерного изображения – снимка. Это существенная часть аэрокосмического дистанционного зондирования называется зондирования (АКЗ), который подчеркивает его преемственность с традиционными аэрометодов. Метод аэрокосмического зондирования основан на использовании изображений, которые, как показывает практика, наибольшие возможности для комплексного изучения поверхности Земли[2].

Методы ДЗ основаны на использовании сенсоров, которые размещаются на космических аппаратах и регистрируют электромагнитное излучение в форматах, существенно более приспособленных для цифровой обработки, и в существенно более широком диапазоне электромагнитного спектра. В большинстве методов ДЗ используют инфракрасный диапазон отраженного излучения, тепловой инфракрасный и радиодиапазон электромагнитного спектра.

Во всех странах действенным стимулом развития аэрокосмического зондирования служат запросы военных ведомств. С внедрением космических методов и современных цифровых технологий аэрокосмическое зондирование приобретает все более важное экономическое значение и становится обязательным элементом высшего образования в природоведческих вузах, превращается в мощное средство изучения Земли от локальных исследований отдельных компонентов до глобального изучения планеты в целом. Поэтому при изложении различных аспектов аэрокосмического зондирования целесообразно рассматривать его как метод исследований, результативно применяемый во всех науках о Земле, и, прежде всего в географии[3].

Процесс сбора данных дистанционного зондирования и их использование в географических информационных системах (ГИС) схематически представлены на Рисунке 1.

Материалы дистанционного зондирования (ДЗ) являются частью большой системы сбора, переработки, регистрации и использования данных. Правильно организованная система дистанционных исследований должна быть ориентирована на решение конкретных геологических задач, обусловливающих выбор орбит космических носителей, набор датчиков, характер сбора, переработки и передачи на наземные комплексы первичных данных и тип представляемых материалов.

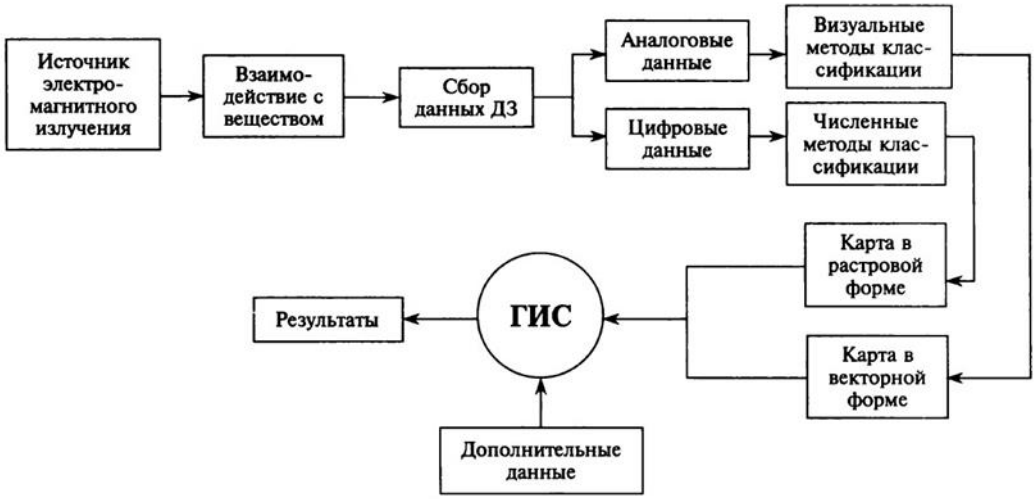


Рисунок 1.1 - Интеграция данных дистанционного зондирования в ГИС

1.2 Состояние систем ДЗЗ в РК

Космическая отрасль вышла на позиции одной из приоритетных и наукоемких отраслей. Казахстан, перестав довольствоваться позицией арендодателя, должен войти в число активных участников международного космического рынка. В 2004 году была принята государственная программа развития космической деятельности в РК на 2005 - 2007 годы, поставившая целью укрепление национальной и информационной безопасности, содействие социально-экономическому и научно-техническому развитию страны путем

эффективного использования космических технологий. В настоящее время национальная компания «Казкосмос» разрабатывает концепцию программы развития космической отрасли на период до 2020 года, и предположительно в 2007 году документ был представлен на общественное обсуждение.

Представители, участвующие в реализации космической программы Казахстана, научно-исследовательских организаций и промышленных инновационных структур Казахстана, России и других зарубежных стран считают, что приоритет в направлении момента развития космической деятельности в Казахстане должна стать средством спутниковой связи и дистанционного зондирования,

Весной 2006 года с космодрома Байконур, который с 1994 года Россия арендует у Казахстана, был запущен первый отечественный спутник связи KazSat. В настоящее время Казахстан российской стороной готовится к запуску целую группу спутников связи.

Другим направлением развития спутниковых систем является ДЗЗ из космоса, по мнению участников рынка, особенно важно для стран с учетом особенностей его территориальной структуры, которая характеризуется большой площадью и низкой плотностью населения. Эффективное управление такой инфраструктуры и ее контроля невозможны без систем космического мониторинга. Задачи систем ДЗЗ лежат в области обороны и безопасности, поиска полезных ископаемых и энергетики, сельского и лесного хозяйства, мониторинга стихийных бедствий, землепользования, параметры экологического контроля.

По мнению экспертов, создание национального спутника дистанционного зондирования является одним из самых заметных тенденций в космической отрасли. Национальные системы дистанционного зондирования работают и развиваются в Индии, Китае, Израиле, Таиланде, Корее, Аргентине, а также во многих других странах, в том числе постсоветской Украины и Белоруссии.

Казахстан пока не имеет своих собственных спутников дистанционного зондирования, но в стране действует прием данных и системы обработки данных со спутников дистанционного зондирования из Индии, США, России и Канады. Работе задействованы : Институт космических исследований со станциями, принимающих в Астане и Алматы, а также компания "KAZGEOCOSMOS", которая имеет приемную станцию в Атырау.

С помощью дистанционного зондирования из космоса можно следить за состоянием инфраструктуры, сельского хозяйства, чрезвычайных ситуаций, и надежно оценивать последствия аварий и стихийных бедствий. Таким образом, перспективы развития спутниковых систем следует оценивать не только на государственном уровне, но и на уровне банковских учреждений, крупных и средних бизнес-пользователей, которые будут использовать новую услугу, чтобы получить от этого доход и инвестировать в спутниковой индустрии, воспроизводя его на более высоком технологическом уровне.

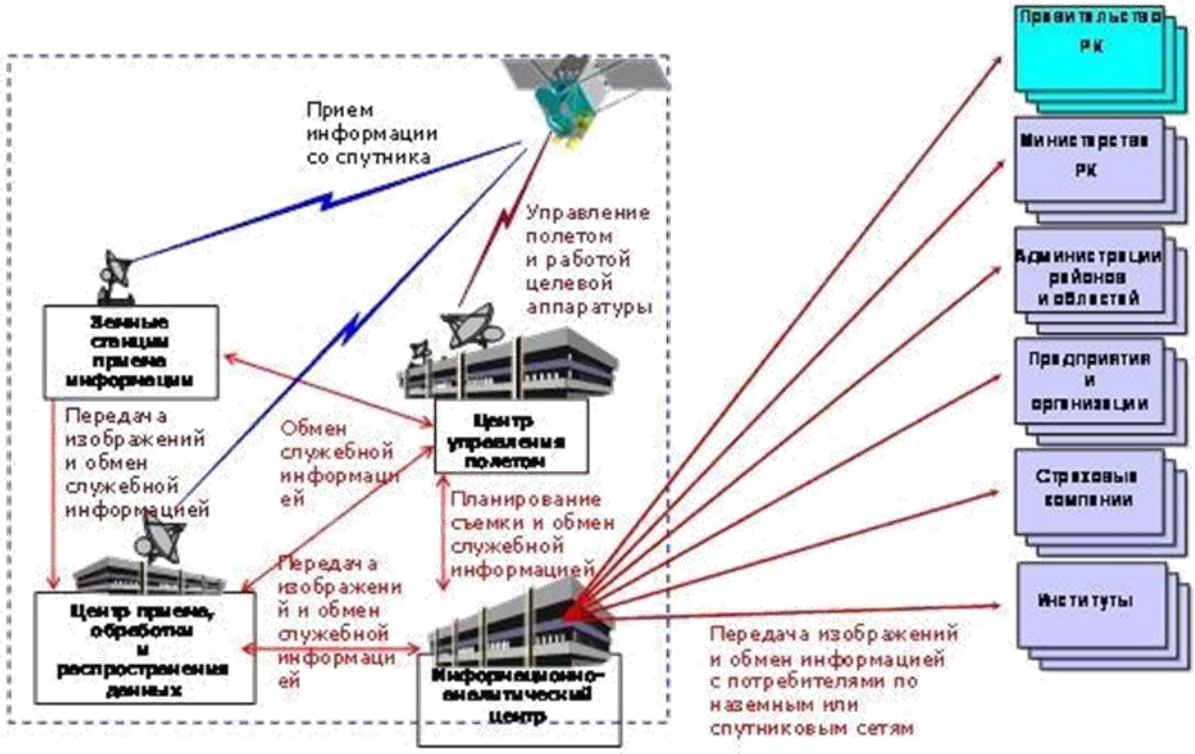


Рисунок 1.2 – Структура разрабатываемой системы ДЗЗ АО «НК «Қазақстан ғарыш сапары»

1.3 Схема дистанционного зондирования.

На Рисунке 1.3 изображена упрощенная структурная схема системы ДЗ. Система состоит из нескольких взаимосвязанных элементов, или блоков.

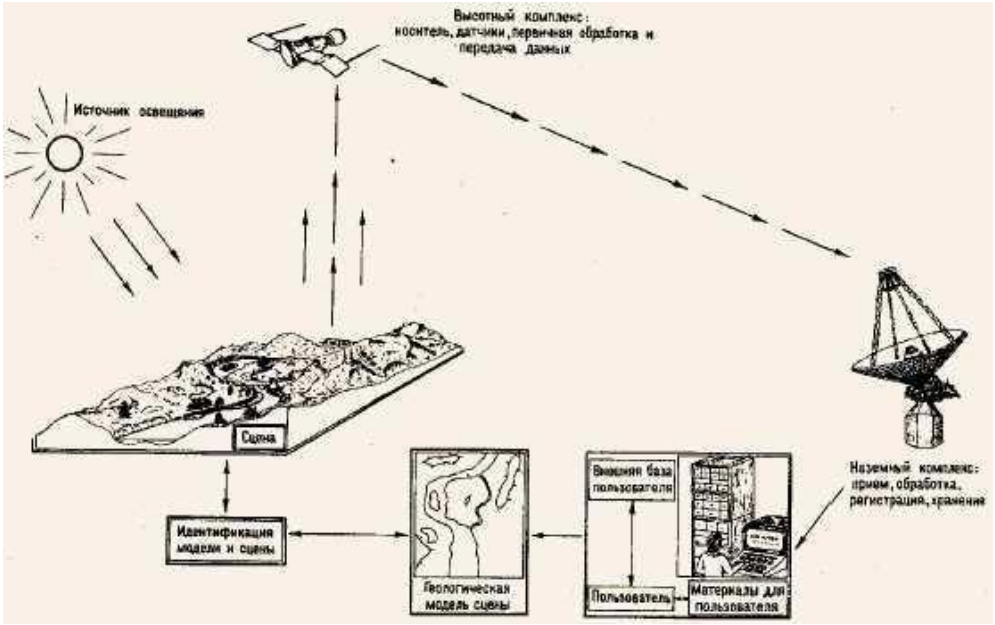


Рисунок1.3- Структурная схема системы дистанционного зондирования.

Сцена - это то, что находится перед датчиком; построение геологической модели сцены является в самом общем виде той целью, ради которой создается система. Изучение сцены на расстоянии возможно благодаря тому, что она обнаруживает себя в физических полях, которые могут быть измерены. Наиболее часто используются излученные или отраженные электромагнитные волны, в последнем случае необходим источник освещения, пассивный (например. Солнце) или активный (лазеры, радиолокаторы и др.). Физические поля измеряются датчиками, входящими в состав высотного комплекса, который кроме измерений служит для первичной обработки и передачи данных на Землю. Данные, закодированные в электромагнитном сигнале или записанные на твердотельные носители (фотопленки, магнитные ленты и пр.), доставляются в наземный комплекс, в котором происходит их прием, обработка, регистрация и хранение. После обработки данные обычно переписываются в кадровую форму и выдаются в качестве материалов дистанционного зондирования, которые по традиции называются космическими снимками. Пользователь, опираясь на внешнюю базу знаний, а также собственный опыт, интуицию, проводит анализ и интерпретацию материалов ДЗ и создает геологическую модель сцены, которая и является формой регистрации решения поставленной проблемы. Достоверность модели проверяется сопоставлением, или идентификацией модели и сцены; идентификация замыкает систему и делает ее пригодной для прикладного пользования.

Системы ДЗ разрабатываются в двух вариантах - ориентированные на изображение и ориентированные на число. Первый вариант рассчитан на визуальное дешифрирование материалов ДЗ, которые в связи с этим предоставляются пользователю в виде КС. Второй учитывает возможность автоматического (компьютерного) распознавания геологических и других образов. Образные и числовые варианты дистанционного зондирования дополняют друг друга. Несмотря на то что технология автоматического распознавания образов появилась позже и связана с прогрессивным и дорогим техническим обеспечением, визуальный анализ и геологическая (экологическая) интерпретация КС сохраняют свое лидирующее положение. Чтобы понять причины этой ситуации, необходимо рассмотреть основные способы получения материалов дистанционного зондирования и сопоставить принципы, лежащие в основе автоматического и визуального дешифрирования МДЗ.

Идеальная схема дистанционного зондирования показана на Рисунке 1.4. Ее составляющими являются источник электромагнитного излучения, процесс распространения излучения и его взаимодействие с веществом объекта, ответный сигнал, регистрация данных и предоставление их потребителям. В этой модели источник генерирует электромагнитное излучение с высоким уровнем энергии во всем диапазоне длин волн, причем интенсивность излучения является известной величиной, которая не зависит от длины волны. Излучение не взаимодействует с атмосферой и распространяется через нее без

потери энергии. Падающее излучение взаимодействует с веществом объекта, в результате чего возникает отраженное либо собственное вторичное излучение, однородное во всем диапазоне длин волн.

Излучение от объекта попадает на сенсор, который регистрирует пространственную информацию. Идеальный сенсор должен иметь простую и компактную конструкцию и обладать высокой точностью. Кроме того, он должен почти не потреблять энергии для своей работы. Данные, зарегистрированные сенсором, передаются на наземную станцию, где мгновенно преобразуются в интерпретируемую форму, которая позволяет идентифицировать все части изучаемого объекта по их физическим, химическим и биологическим свойствам. В этом виде данные предоставляются потребителям, которые, тем не менее, должны обладать большим опытом использования материалов ДЗ в своих предметных областях.

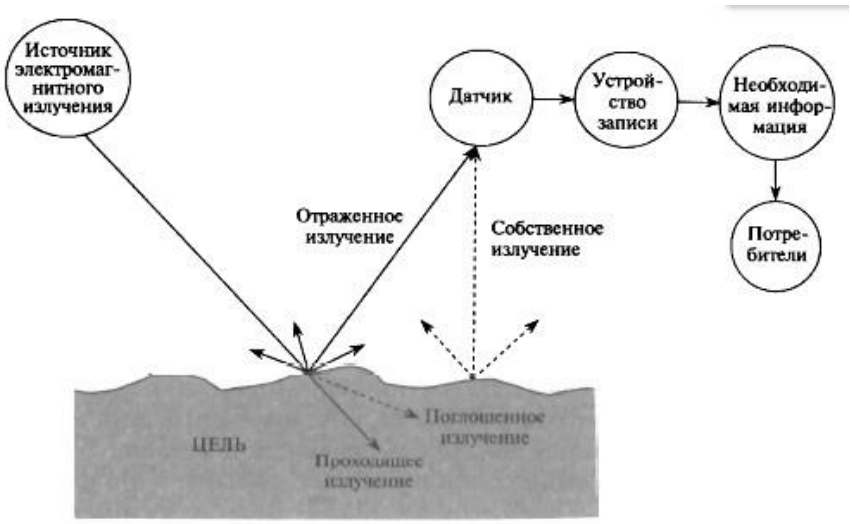


Рисунок 1.4 - Идеальная схема дистанционного зондирования.

Конечно, на практике идеальной системы дистанционного зондирования не существует в силу следующих причин:

- Ни один источник не способен обеспечить однородность потока излучения как в пространстве, так и во времени.
- Из-за взаимодействия излучения с газами атмосферы, молекулами водяного пара и атмосферными частицами изменяется интенсивность излучения и его спектр.
- Одно и то же вещество при разных условиях может иметь разную спектральную чувствительность. В то же время, спектральная чувствительность разных веществ может совпадать.
- На практике не существует идеального сенсора, с помощью которого можно было бы регистрировать все длины волн электромагнитного спектра.
- Из-за технических ограничений передача данных и их интерпретация иногда выполняются с задержкой по времени. Формат передаваемых данных также может отличаться от того, который требуется потребителю, и в

результате потребитель получает данные в нужном формате лишь спустя некоторое время.

- Потребители могут не обладать необходимой информацией о параметрах сбора данных ДЗ и не иметь достаточного опыта для их анализа и дешифрирования.

1.4 Этапы дистанционного зондирования и анализа данных

Дистанционное зондирование можно рассматривать как составную часть информационной системы. Во многих областях данные ДЗ являются ключевым компонентом в процессе принятия решений. Простая замкнутая схема такого процесса без обратных связей показана на Рисунке 1.5. Начальная точка, которая одновременно является и конечной точкой всего процесса, — информационные запросы групп специалистов. По существу, потребитель, а точнее, его нужды — это самое главное звено любой системы управления информацией. На схеме представлены различные дисциплины, связанные с Землей и ее ресурсами. Глобус на заднем плане символизирует глобальный масштаб такой системы. Информационные запросы логически связаны с требованиями заказчиков и потребителей продукции к материалам ДЗ.

Оптимальный способ использования данных наблюдения поверхности Земли со спутников заключается в том, чтобы анализировать их совместно с информацией из других источников,- в этом случае они становятся необходимой составляющей процесса принятия решений и моделирования в любой предметной области. Еще один важный принцип дистанционного зондирования- многокомпонентность- реализуется в виде различных методов съемки и анализа данных.

Рисунок 1.5 - Процесс получения и анализа данных дистанционного зондирования

Стереосъемка. Получение снимков с перекрытием из нескольких последовательных точек орбиты позволяет получить более точное представление о трехмерных объектах и повысить отношение сигнал/шум.

Многозональная съемка. Использование многозональных снимков основано на уникальности тоновых характеристик различных объектов. Объединение яркостных данных из снимков в различных спектральных диапазонах позволяет безошибочно выделять определенные пространственные структуры. Съемку с использованием большого числа (более 10) узких съемочных зон называют гиперспектральной многозональный снимок представленный серией зональных изображений, которые различаются в соответствии с особенностями спектральной яркости объектов съемки. При использовании большого числа (до нескольких сотен) узких спектральных зон такую съемку называют гиперспектральной, а снимок – гиперспектральным. При гиперспектральной съемке увеличивается возможность выделения объектов, характеризующихся наличием полос поглощения, что характерно, например, для загрязнений. Многозональные и гиперпектральные съемки позволяют более эффективно использовать различия в спектральной яркости объектов съемки для их дешифрирования. К этому виду снимков можно отнести также радиолокационные снимки, получаемые как при регистрации отраженных радиоволн разной длины, так и при разной их поляризации.

При работе с многозональными снимками применяется ряд приемов. Наиболее универсальное – синтезирование цветного изображения при целенаправленном выборе набора зон и их окрашивании для выделения интересующих исследователя объектов. Работа с серией зональных снимков основывается на учете различий в спектральной яркости исследуемых объектов в используемых спектральных зонах, например, яркости растительности в красной и ближней инфракрасной зонах. Это реализуется сопоставлением зональных изображений при визуальном дешифрировании (приемы сопоставительного дешифрирования) и классификацией объектов по спектральным признакам при компьютерном дешифрировании. Работа с очень большим числом съемочных зон гиперспектральных снимков, затруднена, поэтому по ним создаются так называемые индексные изображения на основе расчета специально выбранных спектральных индексов, способствующих выделению определенного типа объектов (вегетационные индексы для дешифрирования свойств растительности, индекс влажности почв, заснеженности территории, концентрации фитопланктона и др.).

Многовременная съемка. Плановая съемка в заранее определенные даты позволяет выполнять сравнительный анализ снимков тех объектов, характеристики которых изменяются во времени.

Многоуровневая съемка**.** Съемку с различными уровнями дискретизации используют для получения все более подробной информации об изучаемой территории. Как правило, весь процесс сбора данных подразделяют на три уровня: космическая съемка, аэросъемка и наземные исследования.

Многополяризационная съемка. Снимки, полученные этим методом, используют для проведения границ между объектами на основе различий в поляризационных свойствах отраженного излучения. Так, например, отраженное излучение от водной поверхности обычно более сильно поляризовано, чем отраженное излучение от растительного покрова.

Комбинированный метод. Заключается в использовании многовременной, многозональной и многополяризационной съемки.

Данные дистанционного зондирования, которые распространяются сегодня на коммерческой основе, получены с помощью различных съемочных систем и спутников. Поэтому очень важно, чтобы пользователи данных были хорошо осведомлены о форматах записи, видах коммерческой продукции и ее характеристиках. Все эти аспекты рассматриваются на примере данных, которые получают со спутников IRS и предоставляют пользователям как в цифровом формате, так и в виде обычных снимков.

1.5 Способы передачи данных ДЗЗ

Данные, полученные датчиками, необходимо передать в то место, где они будут проанализированы. Когда системы получения данных работают на спутниках, находящихся на орбите несколько лет, возможны три способа передачи данных.

Самый простой и распространенный метод передачи данных дистанционного зондирования - непрерывная радиосвязь с приемными станциями, которым предъявляются повышенные требования к надежности приема радиосигнала. Успешный прием данных возможен в месте расположения приемной станции на линии прямой видимости со спутником данных, и эту линию ничего не должно закрывать. Линия видимости должна быть расположена высоко над горизонтом, для того, чтобы минимизировать влияние атмосферы. Все эти требования объединены концепцию маски принимающей станции - площадь поверхности Земли, в котором выполняется прием данных со спутника. В настоящее время все приемные станции расположены на земле и не может обеспечить зону приема над океаном. Таким образом, способ хранения данных на борту устройств и их последующей передачи на Землю в пределах прямой видимости. Этот метод требует создания бортовых устройств для хранения больших объемов информации.

Третий способ предусматривает использование спутниковых ретрансляторов, которые увеличивают зоны приема сети наземных станций, расположенных на суше. Эти спутники находятся на геостационарной орбите и ретранслируют передаваемые данные на наземную приемную станцию.

После того как данные в исходном формате приходят на наземную станцию, и обрабатывается, в результате которых устраняются систематические ошибки , и геометрические искажения, и искажения из-за влияния атмосферы. Данные затем превращаются в стандартный цифровой формат, и записывается на магнитную ленту или CD-ROM. Как правило,

файлы данных формируются на наземных станциях и базы данных ДЗ находятся в правительственных организациях (например, в Индии НРСА) или коммерческих компаний (например, ЕОСАТ в США).

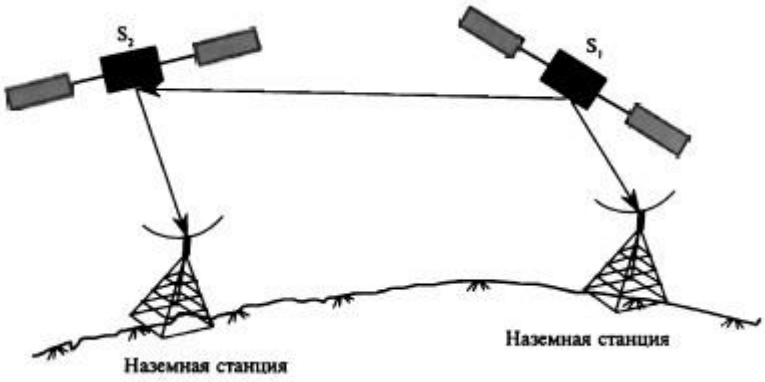


Рисунок 1.6 - Передача данных ДЗ на Землю

Благодаря быстрой обработки данных спутниковых изображений с относительно низким разрешением доступны для пользователей в течение нескольких часов после съемки. Такие изображения используются, в частности, для слежения за ледовой обстановкой во время арктической навигации. Другим примером является съемка в инфракрасном диапазоне, который используется для борьбы с лесными пожарами.

1.6 Классификация данных ДЗЗ

Основным продуктом космического мониторинга является снимок. Снимок – это двухмерное изображение, полученное от дистанционной съемки или отраженного излучения и предназначенное для обнаружения, качественного и количественного изучения предметов, явлений и действий путем обработки, измерения и картографирования.

Снимки дистанционного зондирования различаются по обзорности: глобальном, региональном, местном. Разрешение данных дистанционного зондирования может быть: пространственное, радиометрическое, спектральный, временное.

Спектральное разрешение определяется характерными интервалами длин волн электромагнитного спектра, к которым чувствительный датчик. Наиболее широкое применение в методах ДЗЗ из космоса находит окно прозрачности, соответствующее оптическому диапазону (он также называется световым), объединяющему видимую (380...720 нм), ближнюю инфракрасную (720...1300 нм) и среднюю инфракрасную (1300...3000 нм) области. Использование коротковолнового участка видимой области спектра затруднено вследствие значительных вариаций пропускания атмосферы на этом спектральном интервале в зависимости от параметров ее состояния. Поэтому практически при ДЗЗ из космоса в оптическом диапазоне применяют спектральный интервал длин волн, превышающих 500 нм. В дальнем

инфракрасном (ИК) диапазоне (3...1000 мкм) имеются только три относительно узких окнах прозрачности: 3...5 мкм, 8...14 мкм и 30...80 мкм, из которых пока в методах ДЗЗ из космоса используют только первые два. В ультракоротковолновом диапазоне радиоволн (1мм...10м) имеется относительно широкое окно прозрачности от 2 см до 10 м. В методах ДЗЗ из космоса применяют его коротковолновую часть (до 1м), называемую СВЧ диапазоном.

Пространственное разрешение - величина, характеризующая размер наименьших объектов, различимых на изображении.

Классификация снимков по пространственному разрешению:

- снимки очень низкого разрешения 10 000 - 100 000 м.;
- снимки низкого разрешения 300 - 1 000 м.;
- снимки среднего разрешения 50 - 200 м.;
- снимки высокого разрешения.

Таблица 1.2 - Соотношение масштаба карт, с пространственным разрешением снимков

Датчик	Размер пикселя	Возможный масштаб
Landsat 7 ETM	15 м	1:100000
SPOT 1-4	10 м	1:100000
IRS-1C и IRS-1D	6 м	1:50000
SPOT 5	5 м	1:25000
EROS	1,8 м	1:10000
OrbView-3 pan	4 м	1:20000
OrbView-3	1 м	1:5000
IKONOS pan	4 м	1:20000
IKONOS	1 м	1:5000
QUICKBIRD pan	2,44 м	1:12500
QUICKBIRD	0,61 м	1:2000

Радиометрическая разрешающая способность определяется количеством градаций значений цвета, соответствующих переходу от яркости абсолютно «черного» к абсолютно «белому», и выражается в количестве бит на пикселе изображения. Это означает, что в случае радиометрического разрешения 6 бит на пиксель мы имеем всего 64 градации цвета (2(6) = 64); в случае 8 бит на пиксель - 256 градаций (2(8) = 256), 11 бит на пиксель - 2048 градаций (2(11) = 2048). Временное разрешение определяется частотой получения снимков конкретной области.

1.7 Форматы записи данных

Формат записи данных должен быть удобен для их считывания и анализа. В дистанционном зондировании в основном применяют следующие форматы:

- Формат BIP (Band Interleaved by Pixel).

- Формат BIL (Band Interleaved by Line).
- Формат BSQ (Band Sequential).

Формат BIP является одним из первых форматов хранения данных. Он основан на попиксельном способе записи информации, при котором пиксели с одинаковым номером, соответствующие разным каналам съемки, располагаются в записи подряд. Пример схемы записи в этом формате приведен на Рисунке 1.7, где *Ln, Pn* и *Bn* обозначают, соответственно, строку, пиксель и диапазон, а п = 1, 2, 3. В этом примере набор данных состоит из двух строк по два пиксела каждая для трех различных каналов съемки.

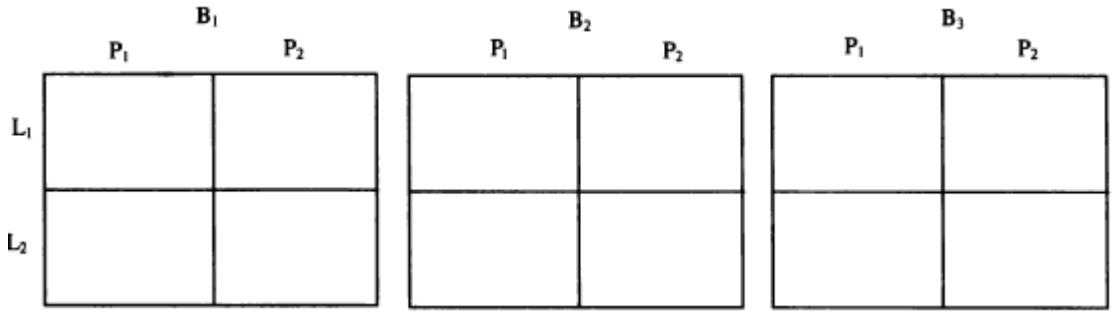


Рисунок 1.7 - Пример схемы записи данных

Последовательности записи данных формата BIP показано на рисунке 1.8. Хотя в некоторых ситуациях, этот формат полезен для большинства практических задач, в которых объем данных, как правило, очень большая, формат BIP непригодны. Применение этого формата не позволяет быстро сортировать данные, относящиеся к конкретной спектральному диапазону, для которого формируется изображение.

В формате BIL за единицу хранения данных принята строка. Подряд в записи располагаются строки, соответствующие разным каналам съемки, но имеющие один и тот же номер. Типичный пример размещения данных в формате BIL показан на Рисунке 1.9.

Третий формат, который используется для записи данных дистанционного зондирования, является формат BSQ. В этом формате данные сначала записываются для первого канала, а затем для второго, третьего и так далее. (Рисунок 1.10). Таким образом, независимая единица хранения данных в формате BSQ принят канал (спектральный диапазон). Этот формат широко используется на практике, так как метод размещения данных ближе всего отвечает задачам просмотра и анализа. Недостатки этого формата видны, если вы хотите исследовать не всю сцену, но лишь небольшую ее часть. В этой ситуации, чтобы выделить нужное поле нужно будет сначала рассмотреть весь набор данных.

Выбор оптимального формата зависит от условий и задач, а зачастую, и наличием оборудования и программного обеспечения. Если мы будем изучать всю сцену по всему спектральному диапазону, удобнее использовать форматы BSQ и BIL. Если небольшая часть анализируется с известным положением, то в этой ситуации лучше использовать формат BIP, так как значения всех

спектральных диапазонов для этого участка будет находиться в одной записи местонахождения. Конечно, хорошая ситуация - где можно прочитать данные, хранящиеся в любом исходном формате, и конвертировать их в формат, который является наиболее удобным в эксплуатации.

Рисунок 1.8 - Формат BIP (L — строка, P — пиксель, B — канал)

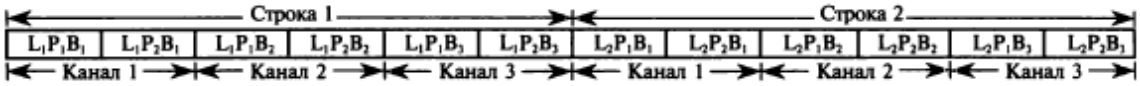


Рисунок 1.9 - Формат BIL (L — строка, P — пиксель, B — канал)

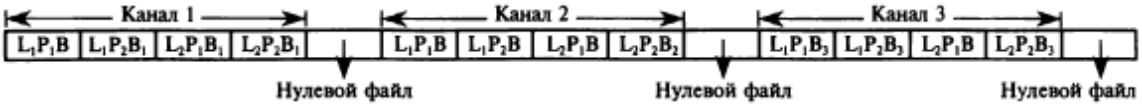


Рисунок 1.10 - Формат BSQ (L — строка, P — пиксель, B — канал)

1.8 Пример обработки данных на программной основе SarScape

SARscape - специализированное программное обеспечение предназначенный для обработки радиолокационных данных с радара с синтезированной апертурой.

SARscape позволяет выполнять полный спектр обработки всех типов данных на рынке, в том числе радарную интерферометрию, поляриметрию. Пакет программного обеспечения SARscape в настоящее время поддерживает импорт данных из всех радарных спутников, в том числе во всех режимах съемки и форматов доставки. Интерфейс импорта радарных спутниковых данных показанных на рисунке 1.11. В дополнение к меню импорта SARscape имеет возможность импорта и некоторых менее распространенные форматов.

Базовые функции Меню базовых функций SARscape, позволяет выполнять некогерентное накопление комплексных данных с задаваемыми коэффициентами, геокодирование амплитудных данных, их фильтрацию (есть как базовый набор фильтров, так и дополнительный набор Гамма-Гауссианских фильтров), получение мозаик изображений, сегментацию, корегистрацию, вычисление файла средних значений произвольного параметра (например, средняя амплитуда по серии снимков), файла стандартных отклонений, файла максимальных и минимальных значений и т.д. К удобным особенностям базовых функций SARscape можно отнести

возможность перевода геокодированных растровых и векторных файлов (или координат точек) в координаты ряд-колонка (азимут-наклонная дальность) конкретного снимка, что очень удобно при интерферометрической обработке.

Такая технология позволяет, в частности, при мониторинге смещений снять вопрос об изменении отражающей поверхности (земля влажная – земля сухая, голая земля – подросшая трава, голые ветки – распустившиеся листья и другие варианты изменений, произошедших между съемками снимков интерферометрической пары, которые могли вызвать «ложные смещения», обусловленные разными отражающими поверхностями. Теперь, при использовании полностью поляриметрических снимков, можно классифицировать объекты по типу отражения на первом снимке пары, затем на втором снимке пары, и проследить – проявляются ли систематические или локальные изменения классов отражающих объектов (не переходит ли гладкая поверхность на первом снимке в шероховатую поверхность на втором, шероховатая поверхность в растительность, растительность в кустарник, редкий лес в плотный лес и т.д.). Если такие изменения классов пространственно совпадают со смещениями на карте смещений, рассчитанной по этой же паре снимков, то это – ложные смещения, вызванные изменением отражающей поверхности. Если же классы не изменяются, а на карте смещений есть смещения, то это – действительно произошедшие смещения одной и той же отражающей поверхности

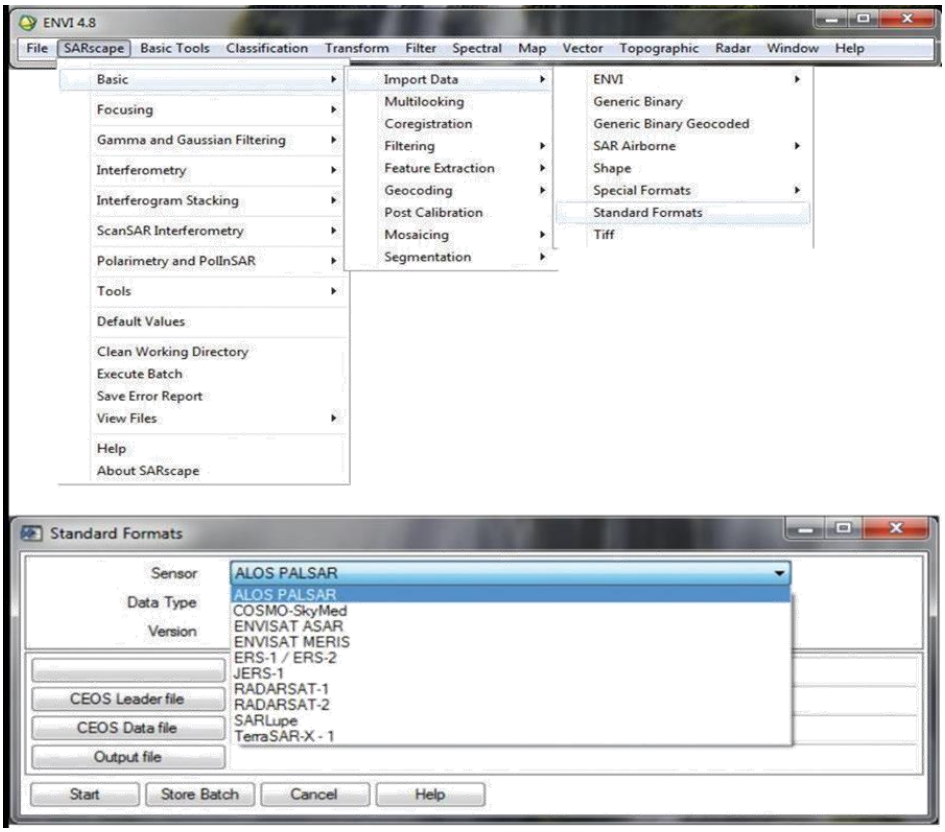


Рисунок 1.11 - Меню импорта спутниковых радарных данных в SARscape

Меню основных функции SARscape, показанное на рисунке 1.12, позволяет выполнять:

- некогерентное накопление комплексных данных с задаваемыми коэффициентами;
- геокодирование амплитудных данных, их фильтрацию (есть как базовый набор фильтров, так и дополнительный набор Гамма-Гауссовых фильтров);
- получение бесшовных мозаик изображений и ЦМР;
- сегментацию;
- корегистрацию;
- расчет файла средних значений любого параметра (например, средняя амплитуда по серий изображений), файл стандартных отклонений, а также файл максимальных и минимальных значений, и т.д. Существует также удобный особенность SARscape основные функции включают в себя возможность передавать геокодированние растровые и векторные файлы (или

координаты точек) для координации строки - столбец (азимут, наклонная дальность) определенного изображения, которое полезно для интерферометрической обработки.

Ниже представлена серия типовых результатов обработки радарных данных, выполненной в программном комплексе SARScape.

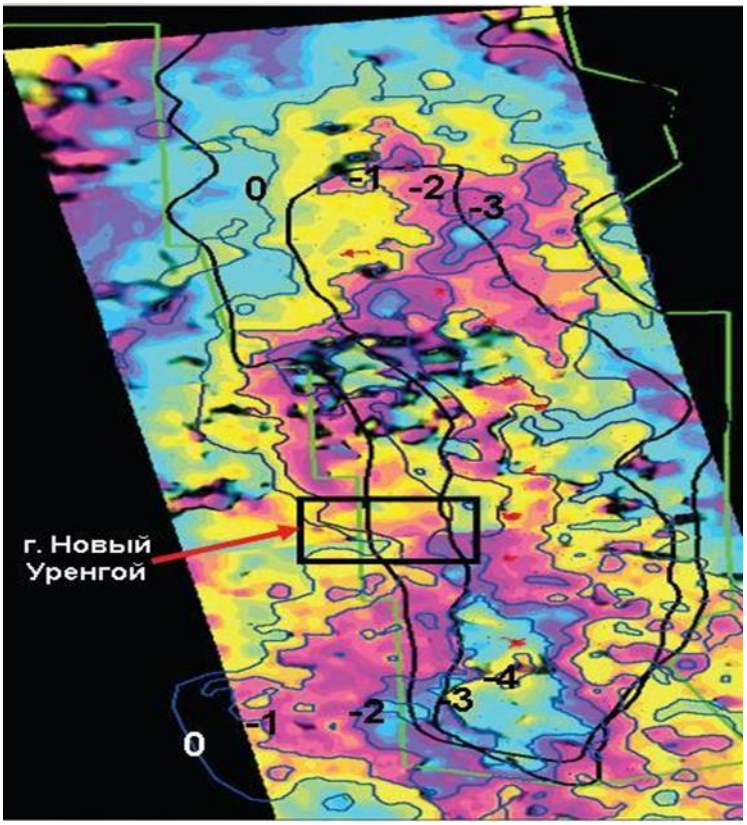
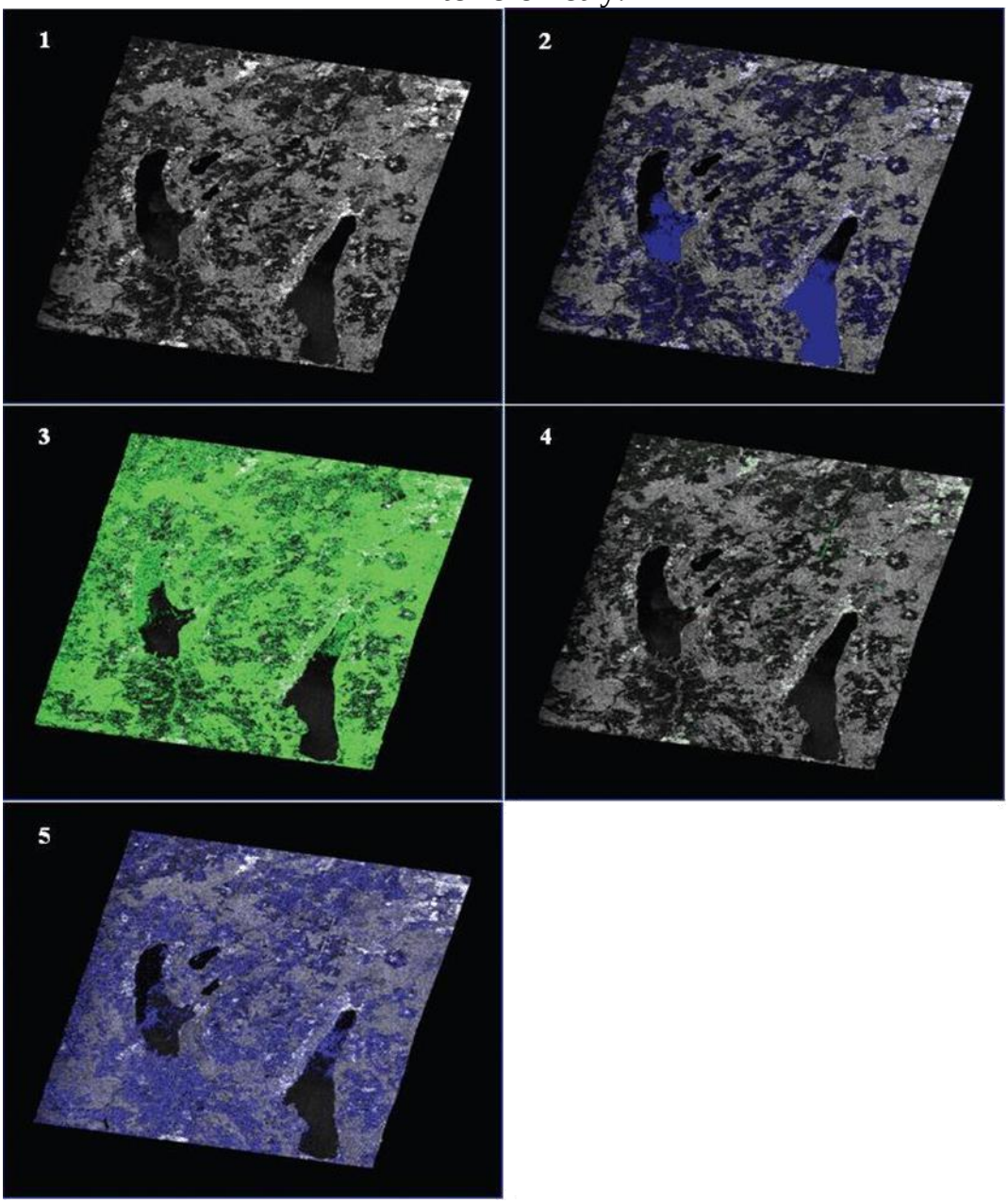


Рисунок 1.12 - Дифференциальная интерферограмма, показывающая смещения земной поверхности на Уренгойском нефтегазовом месторождении за период 2007–2008 гг. по результатам обработки данных RADARSAT-1

(изолинии показывают оседания в см). Использованы функции модулей Basic и Interferometry.



1)амплитуда поляризации; 2) выделение воды и гладкой поверхности; 3)выделение растительности; 4)выделение диполей (столбов, опор ЛЭП и т.д.);5) выделение участков суши без растительности повторения импульса.

Рисунок 1.13 - Результаты поляриметрической классификации

1.9 Методы съемки дистанционного зондирования Земли

Для каждого объекта есть свои собственные методы сьемки дистанционного зондирования. После анализа всех методов мы выбираем наиболее подходящий метод для дистанционного зондирования Казахстана.

Казахстан имеет большую территорию. На территории имеются горные и равнинные местности, пустынные и водные районы , изменчивый климат.

Фотосьемка-сьемка со спутников дистанционного зондирования и космических станций поверхности Земли. Снимки со спутников обеспечивают большую площадь поверхности. В зависимости от типа оборудования и фотопленки, фотографирование может быть выполнен по всей видимой области электромагнитного спектра, его отдельных зон, а также в ближнем инфракрасном диапазоне.

Масштаб сьемки зависит от высоты съемки и фокусного расстояние объектива. Камеры, в зависимости от угла наклона оптической оси позволяет получать плановые и перспективные изображения поверхности Земли.

В настоящее время используется фотооборудования, с высоким разрешением, что позволяет получать спутниковые изображения с перекрытием 60% или более. Спектральный диапазон фотографирования охватывает видимую часть ближней инфракрасной зоны, до 0,86 мкм.

Сканерные съемки – оптико-механические системы, которые установлены на спутниках различного назначения. С помощью сканеров формируются изображения, состоящие из множества отдельных элементов, последовательно получены. "Сканирование" - это термин, который обозначает сканирования изображения с помощью сканирующего элемента, которая поэлементно просматривает местность поперек движения носителя, и отправляет лучистый поток в обьектив, и далее до точечного датчика, который преобразует световой сигнал в электрический и подает на приемные станции по каналам связи. Изображения области непрерывно производится на ленте, состоящий из полос – сканов, которые составлены отдельными элементами - пикселями. Сканерные изображения можно получить по всему спектру, но особенно он эффективен в видимом и инфракрасном диапазонах. При съемке земной поверхности с использованием сканирующих систем формируется изображения, каждый элемент которого соответствует яркости излучения участка, расположенной в пределах мгновенного поля зрения. Сканерные изображения - упорядоченный пакет данных о яркости, передаваемых по радиоканалу на Землю, которые записываются на магнитной ленте (в цифровом виде), а затем могут быть преобразованы в кадровую форму.

Наиболее важной особенностью сканера является угол сканирования (обзор) и мгновенный угол зрения, от величины которого зависит от ширины съемной полосы и разрешения. В зависимости от величины этих углов сканеры делятся на точные и обзорные. У точных сканеров угол сканирования уменьшается до ± 5 °, а в обзоре увеличен до ± 50 °. Причем величина разрешение обратно пропорциональна ширине снимаемой полосы.

Радиолокационная съемка - важнейший вид дистанционного зондирования. Используется в условиях, когда непосредственное наблюдение поверхности планеты осложняется различными природными условиями: плотной облачностью, туман и т.д. Он может осуществляться в ночное время, так как он является активным. Радиолокационная космическая съёмка в настоящее

время выполняется в ультракоротковолновой (сверхвысокочастотной) области радиоволн, подразделяемой на X-, C-, и L-диапазоны (таблица 1.3). В ближайшие годы также планируется запуск первого космического радиолокатора P-диапазона.

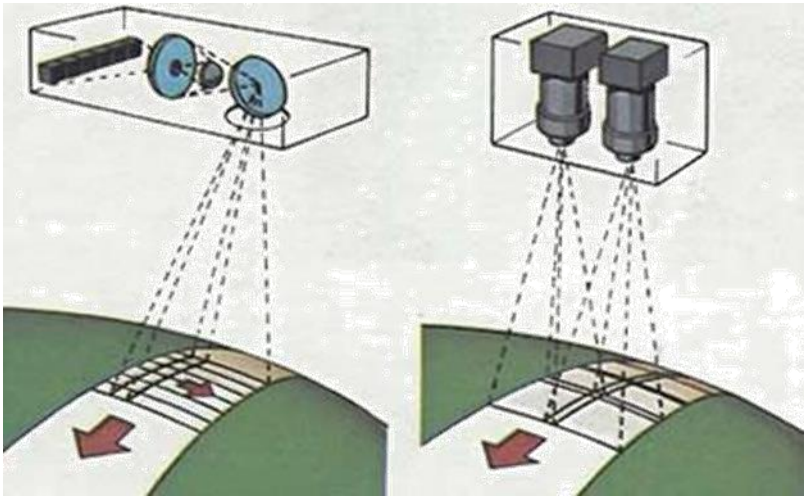


Рисунок 1.14 - Различные методы сканирования поверхности Земли

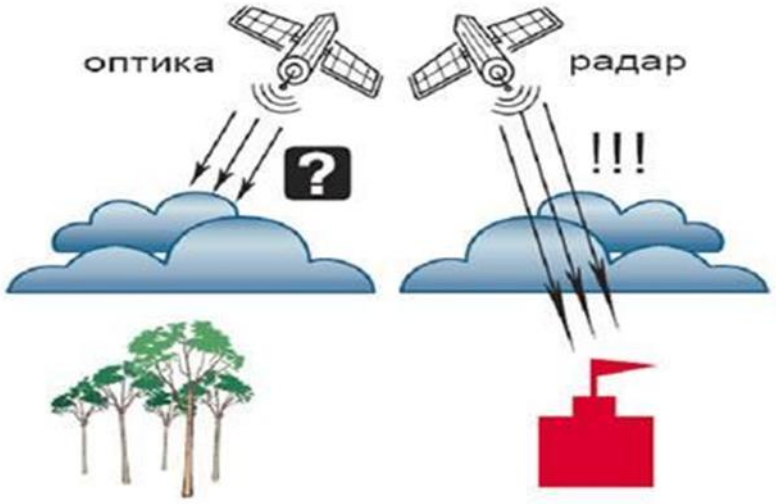


Рисунок 1.15- Особенности оптической и радарной съёмки

Таблица 1.3 - Диапазоны радиоволновой области электромагнитного спектра, в которых выполняется (или выполнялась) космическая съемка

Диапазон	Частоты, ГГц	Длины волны, см	Спутниковые системы
X	5,20 – 10,90	2,75 -5,77 (2,4 -3,8)	USGS SLAR, TerraSAR-X/TanDEM-X, Cosmo-SkyMed 1-4
C	3,9 – 6,2	3,8 – 7,6	ERS-1,2; ENVISAT-ASAR; RADARSAT-1,2
L	0,39 – 1,55	19,3 – 76,9 (15 - 30)	SIR-A,B, JERS, ALOS PALSAR

Для получения радарных изображений, обычно используются радиолокаторы бокового обзора (LBO), которые устанавливаются на самолетах и ИСЗ. С помощью ЛБО радиолокационная съемка осуществляется в радиодиапазоне электромагнитного спектра. Сутью съемки является посылка радиосигнала, отражающего нормали исследуемого объекта и фиксируемого на приемнике, установленного на борту носителя. Радиосигнал производится с помощью специального генератора. Время, чтобы вернуть его к приемнику зависит от расстояния до исследуемого объекта. Принцип действия радиолокатора, который фиксирует разное время прохождения зондирующего импульса до объекта и обратно используется для получения радиолокационных изображений. Изображение формируется бегущим по строке световым пятном. Чем дальше объект, тем больше времени необходимо для прохождения отраженного сигнала, пока он не зафиксируется электронно-лучевой трубке, совмещенной со специальной кинокамерой.

Тепловые съемки - основана на выявлении тепловых аномалий путем фиксации теплового излучения объектов Земли, обусловленного эндогенным теплом или солнечным излучением. Она широко применяется в геологии. Температурные неоднородности поверхности Земли возникают в результат неодинакового нагрева различных ее участков. Инфракрасный диапазон спектра электромагнитных колебаний условно делится на три части (в мкм):

- ближний (0,74—1,35)
- средний (1,35—3,50)
- дальний (3,50—1000)

Солнечное (внешнее) и эндогенное (внутреннее) тепло нагревает геологические объекты по-разному в зависимости от литологических свойств пород, тепловой инерции, влажности, альбедо и многих других причин. ИК-излучение, проходя через атмосферу, избирательно поглощается, в связи с чем тепловую съемку можно вести только в зоне расположения так называемых "окон прозрачности" — местах пропускания ИК-лучей. Опытным путем выделено четыре основных окна прозрачности (в мкм): 0,74—2,40; 3,40—4,20; 8,0—13,0; 30,0—80,0. Некоторые исследователи выделяют большее число окон прозрачности. в первом окне (до 0,84 мкм) используется отраженное солнечное излучение. Здесь можно применять специальные фотопленки и работать с красным фильтром. Съемка в этом диапазоне называется ИК-фотосъемкой.

Спектрометрическая съемка проводится с целью измерения отражательной способности горных пород. Знание значений коэффициента спектральной яркости горных пород расширяет возможности реологического дешифрирования, придает ему большую достоверность. Горные породы имеют различную отражательную способность, поэтому отличаются величиной коэффициента спектральной яркости. СМ-съемка делится на три вида:

- микроволновая (0,3 см—1,0 м), являющаяся универсальной, так как исключает влияние атмосферы;

- ИК или тепловая (0,30—1000 мкм), выявляющая температурные неоднородности по энергетической яркости изучаемых объектов;

- спектрометрия видимого и близкого ИК-спектра излучения; (0,30—1,40 мкм), фиксирующая спектральное распределение отражательного радиационного излучения.

Лидарная съемка является активной и основана на непрерывном получении отклика от отражающей поверхности, подсвечиваемой лазерным монохроматическим излучением с фиксированной длиной волны. Частота излучателя настраивается на резонансные частоты поглощения сканируемого компонента (например, приповерхностного метана), так что в случае его заметных концентраций соотношение откликов в точках концентрирования и 0 вне их будут резко повышенными. Лидарная спектрометрия — это геохимическая съемка приповерхностных слоев атмосферы, ориентированная на обнаружение микроэлементов или их соединений, концентрирующихся над современно активными геоэкологическими объектами. Устройства лидарной сьемки оборудуется на низковысотных носителях.

Магнитометрическая съемка. Магнитное поле Земли меняется в зависимости от геологической структуры земной коры. Осадочные породы являются практически немагнитными, но породы нижележащих слоев – магнитные. Это приводит к небольшим колебаниям магнитного поля. Измерения напряженности магнитного поля используются для определения месторасположения и мощности бассейнов осадконакопления. Преимущество магнитометрической съемки заключается в том, что при ее использовании любой участок суши и даже породы под морской толщей могут быть обследованы быстро и без больших затрат. Напряженность магнитного поля Земли измеряется прибором, называемым магнитометром. Он обычно свисает с самолета, но иногда его устанавливают и в хвосте. Данные магнитометрической съемки постоянно регистрируются, пока исследовательский самолет летит на одной и той же высоте.

1.10 Наиболее распространенный метод ДЗЗ в РК

Дистанционное зондирование земли в Казахстане очень актуальна, так как территория Казахстана огромная, и она граничит со многими республиками. Для дистанционного зондирования Казахстан активно использует радиолокационные и оптико-механические методы зондирования. Из за активного пользования иностранными спутниками дистанционного зондирования для исследования Казахстана были применены радиолокационные и оптические методы. Изначальная цель запуска первого гражданского спутникового радиолокатора среднего пространственного разрешения (20 м) была довольно узко и ограничивалась морскими приложениями (мониторинг ледовой обстановки, айсбергов, навигации, течений, разливы нефти и т.д.). Однако, после прохождения спутником несколько полных циклов повторения стало ясно, что в дополнение к морской приложению имеется большой потенциал и для выполнения различных задач

на земле.

Оптическая сьемка была применена в Казахстане, чтобы определить ущерб от лесных пожаров, картографии и геодезии. При оптической сьемке явно различаются цвета, в солнечную погоду. Недостатком оптической съемки был тогда то, что в плохую погоду (облака, дым и т.д.), съемка не производилась.

2 Спутники, орбиты ДЗЗ, выбор системы

2.1 Спутники Дистанционного зондирования Земли

Спутники с солнечно-синхронной орбиты, как KOMPSAT-5, COSMO-SkyMed и другие. Эти спутники, летают на высоте 700 км. Казахстан намерен сделать запуск своего собственного спутника с европейского космодрома в Куру, во Французской Гвиане. Казахстанский спутник дистанционного зондирования включает в себя два оптико-электронных космических аппаратов, один - высокое пространственное разрешение (1м) «KazEOSat-1", другой - среднего пространственного разрешения (6,5 м) «KazEOSat-2", а также земного управления спутниками и земной целевой комплекс для приема, обработки и распространения данных дистанционного зондирования конечным пользователям.

Спутники будут вращаться в солнечно-синхронной орбите вокруг Земли на высоте 700 км, ожидаемый срок действия аппарата - 7 лет.

Спутник изготовлен на заказ Казкосмос французской компании Airbus Defence and Space. На орбиту аппарат запустится европейским ракеты-носителем Vega (Вега). Наземный комплекс расположен в городе Астана.

Спутники для исследования природных ресурсов в основном оснащены оптическим или радиолокационным оборудованием. Преимущества радиолокационного оборудования в том, что она позволяет наблюдать поверхность Земли в любое время, независимо от состояния атмосферы.

Указанная радиолокационная система (рисунок 1) может получить радиолокационное изображение с высокой степенью детализации рельефа местности в любых погодных условиях, днем и ночью, в присутствии дыма и пыли, для решения навигационных задач. Однако, для получения радиолокационных изображений в реальном масштабе времени требует высокоскоростного канала передачи радиолокационных данных для наземного сегмента радиолокационной системы, которая технически сложно обеспечить приемлемый уровень помехозащищенности.

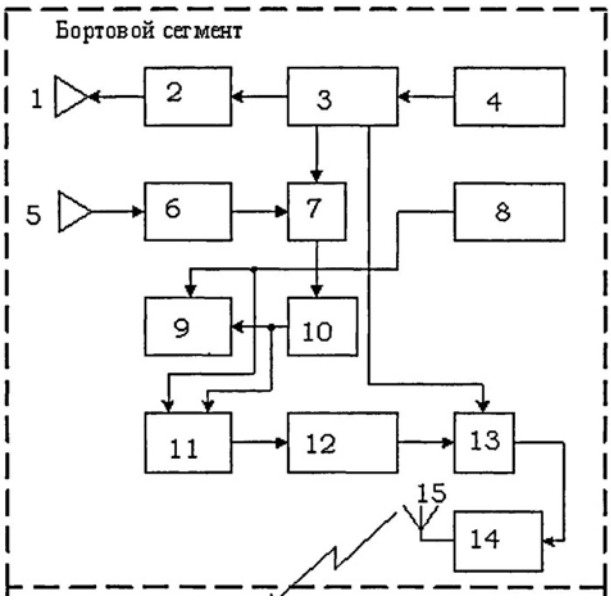


Рисунок 2.1 - Структурная схема радиолокационной системы ДЗЗ

В состав радиолокационной системы входят:
- антенна передатчика,
- передатчик,
- генератор сигнала линейно-частотной модуляции,
- управляемой БЦВМ,
- приемная антенна,
- приемник,
- балансный смеситель,
- навигационная система,
- устройство регистрации радиолокационных данных,
- аналого-цифровой преобразователь,
- устройство формирования кадра радиолокационных данных,
- модулятор сигналов с широтно-импульсной модуляции,
- умножитель,
- высокочастотный модуль передатчика радиолинии,
- антенна передатчика радиолинии.

Напряжение на высокой частоте с выхода генератора сигнала линейно-частотной модуляцией 3, период модуляции и девиация которого задается управляемой БЦВМ 4, подается на вход передатчика 2, на выходе которого формируется сигнал, излучаемый антенной передатчика 1 в направлении полосы захвата участка местности. Отразившись от участка местности, радиосигналы принимаются приемной антенной 5, усиливаются в приемнике 6 и проходят на 1-й вход балансного смесителя 7. Одновременно на 2-й вход смесителя 7 через аттенюатор подаются сигналы соответственно с выхода генератора сигнала линейно-частотной модуляции 3, в результате чего на выходе балансного смесителя 7 присутствуют сигналы биений, частоты которых пропорциональны дальностям до целей в пределах полосы захвата участка местности. Далее действительная и мнимая часть сигналов биений

подвергается аналого-цифровому преобразованию в двухканальном АЦП 10. Сигналы с выхода АЦП запоминаются в устройстве регистрации радиолокационных данных 9, куда одновременно и синхронно записываются навигационные данные от навигационной системы 8, представляющие собой координатную информацию о центре масс летательного аппарата. Для передачи радиолокационных данных на наземный сегмент приема в устройстве формирования кадра радиолокационных данных 11 формируется кадр радиолокационных данных, в который входят радиолокационные данные и навигационные данные от навигационной системы 8, представляющие собой координатную информацию о центре масс летательного аппарата. Кадр радиолокационных данных преобразуется в последовательный код, каждый двоичный символ которого кодируется в широтно-импульсном модуляторе 12 и поступает на 1-й вход умножителя 13, на второй вход которого подается через аттенюатор сигнал с выхода генератора сигнала линейно-частотной модуляцией 3. Таким образом, на выходе умножителя 13 формируется высокочастотный сигнал с широкополосной несущей, который усиливается в высокочастотном модуле передатчика радиолинии 14 и излучается антенной передатчика радиолинии 15 бортового сегмента радиолокационной системы ДЗЗ. Далее переданный сигнал проходит через обработку на земных станциях.

2.2 Классификация орбит

Спутники движутся по эллипсу, в одном из фокусов которого находится Земля. Все типы орбит - эллиптические. Основное подразделение производит большой наклон орбиты "i" орбиты и значение большой полуоси "a". Кроме того, разделение может быть идентифицирован по величине эксцентриситета "e" - малоэллиптичные и высокоэллиптичные орбиты. Четкое представление о своего рода изменения вида орбиты при различных значениях эксцентриситета показано на рисунке 2.2.

Классификация орбит ИСЗ по наклонению:

- Экватриольная орбита
- Полярная орбита.
- Солнечноө синхронная орбита.

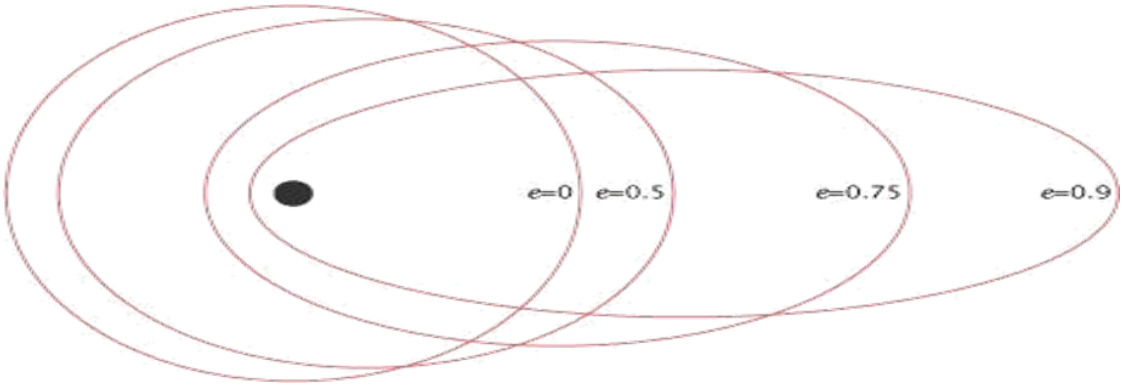


Рисунок 2.2 - Изменение вида эллиптической орбиты при разных значениях эксцентриситета "e".

Анализ спутников дистанционного зондирования за рубежом, показали, что большинство спутников дистанционного зондирования летят на солнечно-синхронной орбите. Солнечная-синхронная орбита - это орбита с такими параметрами, что спутник проходит над любой точки поверхности Земли примерно в одно и то же местное солнечное время. Спутники могут летать всегда освещенной местности, или наоборот - всегда в ночное время. А условия освещения во время пролета одной и той же точки Земли всегда одинаковые.

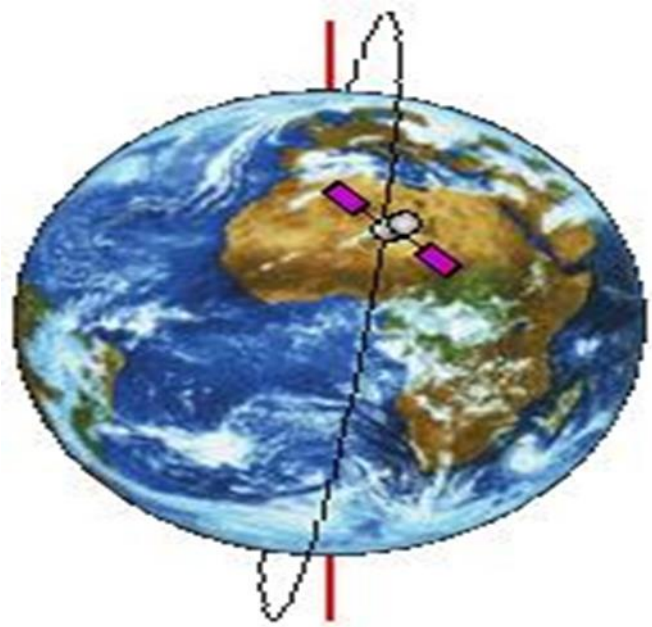


Рисунок 2.3 - Солнечно-синхронная орбита.

Геостационарными ИСЗ считаются спутники с орбитальным периодом, равным звездным дней - 23 ч 56м 4,09с. Кроме того, на геостационарной наклон "i" орбиты нулевое. Геостационарные спутники, летают на высоте 35786 км над поверхностью Земли. Так как срок обращения их совпадает с периодом вращения Земли вокруг своей оси, эти спутники висят в небе на одном месте. Если наклон "I" не равна нулю, такие спутники называются геосинхронной. На самом деле, многие геостационарные спутники имеют небольшой наклон и подвержены помехам от Луны и Солнца, в связи с которыми они описывают фигуры в небе в виде «восьмерок», вытянутых в направлении север-юг.

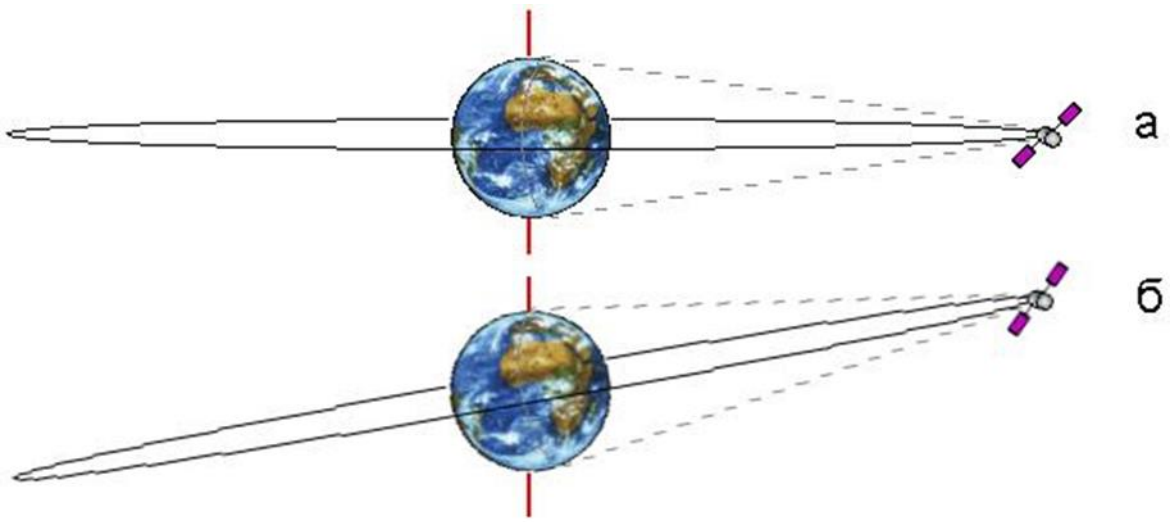


Рисунок 2.4 - Геостационарный (а) и геосинхронный (б) ИСЗ.

Для зондирование Казахстана, необходимо выбрать спутники с радиолокационной аппаратурой, которые летают на солнечно-синхронной орбите. Спутником следует выбрать спутник Kazeosat - 1. Так как этот спутник летает на солнечно-синхронной орбите, с радиолокационной аппаратурой на борту. Геостационарным спутников стоит выбрать, казахстанский действующий спутник, Kazsat-2. Зона покрытия спутника Kazsat-2, охватывает всю территорию Казахстана. При случае выхода наземной станции из зоны обслуживание, передача данных будет осуществляется через спутник Kazsat-2.

2.3 Земные станции в РК и их месторасположение

Наземные станции приема данных - это наземные комплексы приема, хранения и обработки спутниковых снимков Земли, оснащенными спутниками и приемными оборудованиями.

Основным элементом систем дистанционного зондирования для мониторинга указанных областей в режиме реального времени, получают станции приема данных дистанционного зондирования. Как правило, эти станции являются неотъемлемой частью приема и обработки данных наземных комплексов.

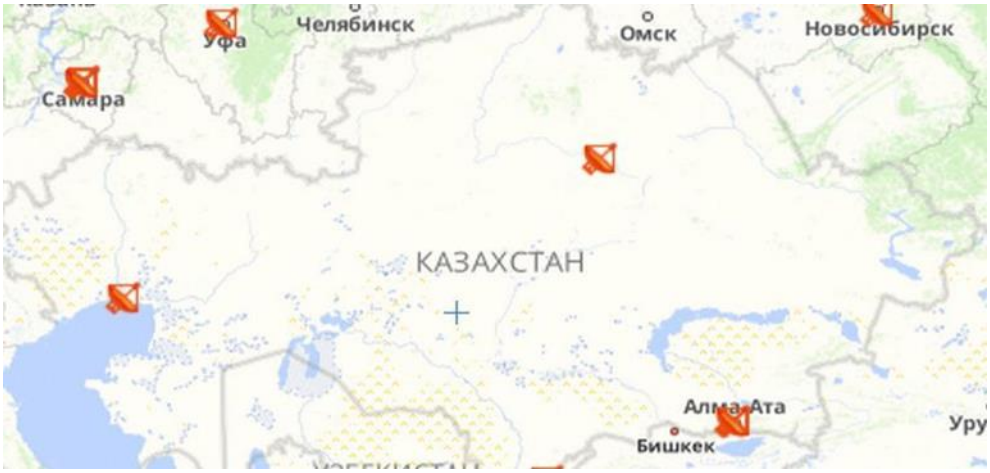


Рисунок 2.5 -Земные станции в РК

В декабре 2005 года, в красивой лесистой местности города Акколь недалеко от столицы Республики Казахстан, который находится в 100 км от города Астаны, был создан первый казахстанский земной комплекс управления космическими аппаратами и мониторинга системы связи.

Комплекс оснащен новейшим технологическим оборудованием для управления космическими аппаратами. Все наземная система является полностью автономным и независимым.

Наземный комплекс для непрерывных выполнений задач управления, контроля и поддержания заданных технических и баллистических характеристик серии космических аппаратов «KazSat».

Наземный комплекс управления космическими аппаратами оборудован: системой командно-измерения, которая предназначена для передачи команд управления на спутник и точного измерения его нахождения на орбите. Станция мониторинга коммуникации предназначен для орбитальных испытаний и измерений спутниковых транспондеров ,для осуществления мониторинга сигналов в транспондера космического спутника и измерения земных станций спутниковой связи и работы со спутниками. В 2008-2009 годах комплекс "Акколь" была модернизирована в рамках «KazSat-2». НКУ «Акколь» от Центра управления полетами (ЦУП "Акколь") и системы управления связью (СКС "Акколь").

НКУ «Акколь» расположен в городе Акколь Акмолинской области и имеет следующие географические координаты: 52°0'11" с. ш., 70°54'3" в. д., 410 м над уровнем моря. Система контроля связи "Акколь" состоит из:

- станций контроля с антеннами диаметром 9 м;
- двух приемных антенн диаметром 7,3 м;
- двух приемных антенн диаметром 2,4 м для приемной телевизионной станции;
- аппаратно-программной системы управления и измерительного оборудования;
- серверного и клиентского оборудования с соответствующим

программным обеспечением.

Система контроля связи "Акколь" осуществляет следующие регулярные функции контроля в орбитальных позициях от 15° до 130° в. д.:

- работа с помехами;
- орбитальные измерения ретрансляторов в Ku-диапазоне с линейной поляризацией;
- функции контроля одновременно и независимо для двух спутников.
- непрерывный автоматизированный контроль фактической частоты ретранслятора и параметров мощности в Ku-диапазоне;
- измерения заявленных характеристик земной станции для доступа к космическому сегменту;
- контроль и измерение характеристик мощности несущей частоты;
- непрерывный контроль несущих частот и параметров цифровых сигналов;
- хранение измеренных данных;
- контроль радиовещательных каналов.

Параметры системы контроля свзяи:

- частотный диапазон линии вниз: 10 700–12 750 МГц,
- частотный диапазон линии вверх: 13 750–14 500 МГц, поляризация: линейная.

Резервный наземный комплекс управления «Акколь» В 2013 году 28 июня близ города Алматы сдан в эксплуатацию.

Резервный наземный комплекс управления космическими аппаратами и система мониторинга связи (РНКУ) - аналог действующего НКУ «Акколь».

РНКУ предназначен для обеспечения резервного управления, контроля и поддержания заданных технических и баллистических характеристик КА на геостационарной дуге от 9°E до 144°E, а также для мониторинга полезной нагрузки КА серии «KazSat» на дуге от 15°E до 130°E.

Станция приема данных космической съемки АО «КАЗГЕОКОСМОС» расположена в городе Атырау, что обеспечивает устойчивый прием данных космической съемки всего Каспийского региона.

Прием информации с космических аппаратов TERRA, AQUA, IRS-1C/1D, IRS-P6, RADARSAT-1 осуществляется расположенной в Атырау станцией приема космической информации “УниСкан-24”.Она сертифицирована Канадским космическим агентством и включена в международную сеть RADARSAT.

Получение информации от космических аппаратов данных ДЗЗ осуществляется в радиусе 1800-2300 км от Атырау, чтобы обеспечить пользователей и потребителей всех уровней лицензионными материалами для цифровой обработки данных дистанционного зондирования. Это позволяет делать снимки со спутников по всей территории Казахстана.

Наземная станция для приема данных со спутников оснащены приемной антенной. Диаметр антенн разные. Позиционирование наземных станций играют важную роль. Если несколько станций расположены очень близко друг

к другу, они могут захватывать сигналы других станций. Снимки региона со спутников могут быть переданы в приемопередающей станции Акколь, расположенный в 100 км от Астаны. Космический аппарат управляется из наземных пунктов территории Казахстана. Их количество и расположение выбрано так, что любая катушка может организовать сеанс связи с космическим аппаратом менее одной контрольной точки. Угол возвышения над горизонтом космических аппаратов опорных точек должно быть не менее 7 °, а расстояние до СК не должна превышать 2200 км.

2.4 Антенны для Земных станции

Выбор антенны для приема спутниковых сигналов может быть представлена в виде задачи оптимизации множества критериев, в которых существует набор требований к антенне ДЗЗ спутников, а также от характеристик антенных систем от разных производителей. Решение находится на пересечении этих двух множеств. Как правило, указанные требования соответствует нескольким антенных систем. Для того, чтобы найти наиболее рациональное решение, мы предлагаем ознакомиться с рекомендациями по выбору зеркальной антенны для приема данных со спутников. Рассмотрим наиболее важные из этих деталей. Основные электрические характеристики антенн является усиления (CG), диаграмма направленности излучения (NAM), коэффициент использования поверхности (TRC) апертуры и чистота поляризации излучаемых сигналов.

В отличие от бортовых антенн, диаграммы направленности, которые должны быть "согласовано" с зоной обслуживания, антенны ЗС не имеют таких ограничений. Чем больше размер антенны ЗС тем больше она может "преодолеть" ослабление сигналов на трассе и обеспечить высокую пропускную способность системы. Итак, в системах, в первой спутниковой используются антенны параболического типа, которые имеют диаметр зеркала 25, 32 м или более.

Таблица 2.1 - Характеристики антенн НКУ «Акколь»

Параметр	Антенна 1	Антенна 2	Антенна 3
1	2	3	4
Тип антенны	Антенна кассегрена, 2 порта приемника + 2 порта передатчика	Антенна кассегрена, 2 порта приемника	Антенна кассегрена, 2 порта приемника
Частоты приема (ГГц)	10,7-12,75	10,7-12,75	10,7-12,75
Частоты передачи (ГГц)	13,75-14,50	-	-
Размер антенны	Ø = 9 м	Ø = 7,3 м	Ø = 7,3 м
Поляризация	Линейная	Линейная	Линейная

Продолжение таблицы 2.1

1	2	3	4
КНД антенны (дБл)	Прием 57,6-59,0 Передача 59,7-60,1	Прием 55,8-57,1	Прием 55,8-57,1
Показатель добротности (G/T) (дБ/К)	36,2-36,8	34,6-35,2	34,6-35,2
Доступные геостанционарные позиции	25°–107° в. д.	11,5°–112° в.д.	11,5°–107° в.д.
Тип отслеживания	Пошаговое, ОРТ, ручное	Пошаговое, ОРТ, ручное	Пошаговое, ОРТ, ручное

Рабочий диапазон частот антенны определяется по выбору космического аппарата ДЗЗ. Космический аппарат должен обязательно несколько перекрывать частоту сигнала, транслируемого со спутника, так как из-за эффекта Доплера и искажения электромагнитных волн на частоте линии сигнала на поверхности планеты, несколько отличается от частоты сигнала, передаваемого со спутника. Если вы собираетесь работать с несколькими космическим аппаратом, необходимо, чтобы перекрывать все частоты спутников.

При решении задачи выбора идеальной антенной системы (при соответствующих ограничениях) можно выделить следующее:

- металлическое зеркало со стойким антикоррозийным покрытием предпочтительнее алюминиевого;
- лучше использовать сплошное зеркало антенны, чем сетчатое;
- чем больше диаметр антенны, тем лучше, если сохраняется точность кривизны поверхности и удовлетворяются требования к точности сопровождения КА;
- необходим радиопрозрачный купол;
- требуется ОПУ с высокой скоростью сопровождения КА и максимально возможным количеством степеней свободы;
- антенну нужно устанавливать в месте прямой видимости небосвода во всех направлениях при угле наклона антенны к плоскости горизонта в 20.

Антенны земных станций должны отвечать следующим требованиям:

- сохранение параметров антенны при скорости ветра до 20 м / с (допускается некоторые из их износа при скорости ветра до 25 м / с), а также под влиянием солнечной радиации, снега, льда и других факторов, специфичных к климатические условия расположения антенны установки;
- сохранение целостности (незыблемой) конструкция антенны со скоростью ветра до 50 м / с;

- возможность повторного ориентации антенны по азимуту и углу места в диапазоне, а также со скоростью, которая зависит от типа орбиты спутника;

- поиск, руководство и автоматическое отслеживание спутников с угловой погрешностью не более 0,1- 0,5;

- высокая экономическая эффективность, определенная стоимость антенны и стоимость ее эксплуатации;

Срок службы не менее 10 лет и высокая надежность, коэффициент готовности не менее 0,9995. Возможность проводить ремонтно-профилактические работы на антенне без перерыва связи.

Каждый производитель спутников ДЗЗ применяет собственные методы модуляции и кодировки полезного сигнала, что обусловливает расширение состава аппаратуры приемного тракта для обеспечения работы с несколькими спутниками ДЗЗ.

2.5 Проектирование системы передачи данных

Для создания систем дистанционного зондирования для мониторинга регионов требует спутник ДЗЗ, наземной станции приема и обработки и геостационарных спутников. Геостационарный спутник необходимо в том случае, когда спутник дистанционного зондирования покидает зону покрытия приемной станции, в то время как спутник ДЗЗ передает данные через геостационарного спутника (Рисунок 1).

Для создания систем ДЗЗ для мониторинга нефтяных районов необходим спутник ДЗЗ, наземная станция приема и обработки данных и геостационарный спутник. Геостационарный спутник нужен в том случае, когда ДЗЗ спутник выходит из зоны обслуживания приемной станции, тогда спутник ДЗЗ передает данные через геостационарный спутник (рисунок 2.1).

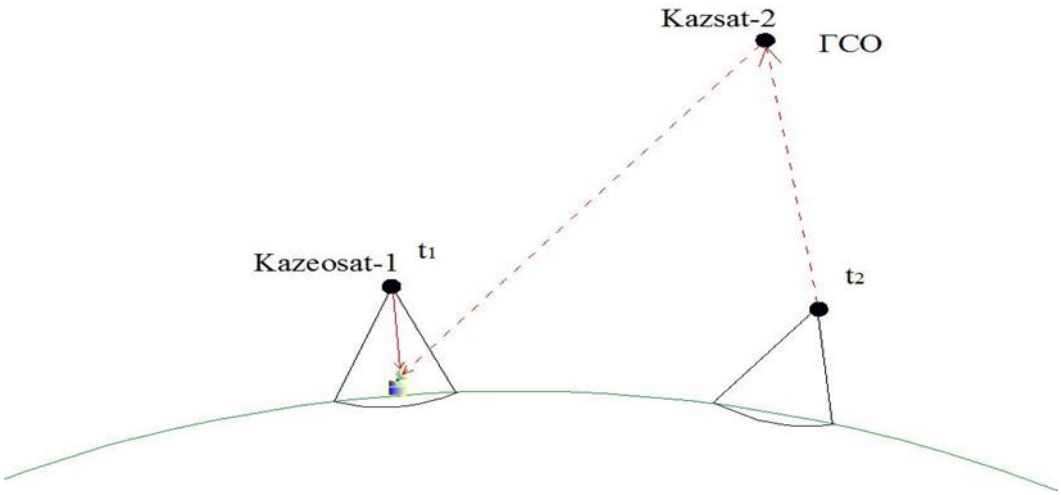


Рисунок 2.6 - Структура передачи данных с помощью геостационарного спутника

2.6 Выбор наземной станции, спутников и орбит

Для разработки систем дистанционного зондирования земли необходимо

станция, предназначенная для приема данных, с установленным программой автоматизированного обработки данных. В Казахстане построен и функционирует НКУ «Акколь». Передающим спутником ДЗЗ выбираем – Kazeosat-1, геостационарный спутник- Kazsat-2. Характеристики выбранных объектов:

Таблица 2.2 – Kazeosat-1

Название	KazEOSat-1
Заказчик	Қазақстан Ғарыш Сапары
Создатель	Airbus Defense and Space
Платформа	Leostar – 500-XO
Орбита	Солнечно - синхронная, Н=750км, наклонение 98,5 градусов
Размеры	2,10 м х 3,70 м
Мощность	1200 Вт/30 дБ Вт
Скорость передачи данных	270 Мбит/с в Х-диапазоне
Масса	900 кг
Срок жизни	7,25 лет

Таблица 2.3 – Kazsat-2

Название	Kazsat-2
Заказчик	Қазақстан Ғарыш Сапары
Создатель	Airbus Defense and Space
Текущая точка стояния	86,5° в. д
Орбита	Геостанционарная
Диапазон	Ku
Частоты, МГц	Приемник 14000-14500
	Передатчик 10950-11200, 11450-11700
ЭИИМ тв/связь	53,5/49дБВт
Зона покрытия	Казахстан, страны Средней Азии, центральная часть России
Масса	1272 кг

НКУ «Акколь» географические координаты: 53°0'11" с. ш., 71°54'3" в. д., 410 м над уровнем моря. Система контроля связи "Акколь" состоит из:

- станций контроля с антеннами диаметром 9 м;
- двух приемных антенн диаметром 7,3 м;
- двух приемных антенн диаметром 2,4 м для приемной телевизионной станции;
- функции контроля в орбитальных позициях от 15° до 130° в. д.:
- частотный диапазон линии вниз: 10 700–12 750 МГц,
- частотный диапазон линии вверх: 13 750–14 500 МГц,
- поляризация: линейная.

3 Расчетная часть

3.1 Расчет энергетических характеристик радиолинии спутник-Земля для геостационарных орбит

Рассмотрим энергетическую линию «спутник-Земля» для Kazsat-2, то есть распространение сигнала от геостационарного спутника ДЗЗ до НКУ «Акколь».

Определение угла места и азимута приемной антенны земной станции. Зная координаты ИСЗ, определим угол места и азимут. При этом необходимо допустить, что Земля является идеальным шаром, а возвышение земной станции над уровнем море нулевое. Тогда угол места и азимут можно вычислить по формуле:

$$\gamma = \arcsin \frac{H \cdot \cos\varphi_{ЗС} \cdot \cos(\lambda_C - \lambda_{ЗС}) - R}{\sqrt{H^2 + R^2 - 2 \cdot H \cdot R \cdot \cos\varphi_{ЗС} \cdot \cos(\lambda_C - \lambda_{ЗС})}}, \tag{3.1}$$

$$A = \operatorname{arctg} \frac{\sin(\lambda_C - \lambda_{ЗС})}{-\sin\varphi_{ЗС} \cdot \cos(\lambda_C - \lambda_{ЗС})} + \pi. \tag{3.2}$$

где H=42170 км – высота орбиты над центром Земли;

R=6371 км- радиус Земли.

Подставив значения, получим

$$\gamma = \arcsin \frac{42170 \cdot 0,6 \cdot 0,88 - 6371}{\sqrt{42170^2 + 6371^2 - 2 \cdot 42170 \cdot 6371 \cdot 0,6 \cdot 0,88}} = 31^\circ.$$

Подставив значения формуле 3.2 получим

$$A = \operatorname{arctg} \frac{-0,3142}{-0,79 \cdot 0,88} + 3,14 = 180^\circ - 12^\circ = 168^\circ.$$

Расчет затухания сигнала при распространении сигнала.

Основная причина затухания радиосигнала, это затухания в свободном пространстве, вызванное сферической расходимостью фронта волны. Данная величина, может быть найдена из формулы

$$L_0 = 20\lg \frac{4\pi d}{\lambda}, \tag{3.4}$$

где L_0 - затухание энергии в свободном пространстве, дБ;

d -расстояние между ИСЗ и ЗС, м;

$\lambda = c / f$ - длина волны передаваемого сигнала, м; $c = 3 \cdot 10^8$ - скорость света, м/с;

f - частота сигнала, Гц.

Рассчитаем расстояние от земных станции до бортового ретранслятора ИСЗ по формуле

$$d = 42644\sqrt{1 - 0,2954 \cdot \cos\psi}, \tag{3.5}$$

где $\cos\psi = \cos\xi \cos\Delta\beta$;

ξ -широта наземной станции, град.;

$\Delta\beta = \beta_{КС} - \beta_{ЗС}$ -разность долгот космической и земной станции, град.;

d -расстояние от земной станции до спутника, км.

Подставляя исходные данные в формулу определения расстояния, получим расстояния между станциями ЗС-ИСЗ.

Для ЗС (НКУ«Акколь»)

$$d = 42644\sqrt{1 - 0,2954 \cdot \cos 53^\circ \cdot \cos(90^\circ - 71^\circ)} = 42644 \cdot \sqrt{1 - 0,2954 \cdot 0,6 \cdot 0,95} = 38850\,(\text{км}).$$

Затухание энергии сигнала в свободном пространстве сильно зависит от частоты. При работе с ИЗС Kazeosat, согласно частотному плану выбираем рабочие частоты ствола: частота приема ЗС 11000 МГц.

Все земные станции работают с одним стволом бортового ретранслятора, поэтому рабочие длины волн одинаковы для земных станции.

$$\lambda_{ПРМ} = \frac{c}{f} = \frac{3 \cdot 10^8}{11 \cdot 10^9} = 0,027(\text{м}).$$

Для земной станции (Акколь) затухание энергии сигналов в свободном пространстве ИСЗ-ЗС

$$L_{ПРМ} = 20\lg\left(\frac{4\pi d}{\lambda}\right) = 20\lg\left(\frac{4 \cdot 3,14 \cdot 38850 \cdot 10^3}{0,027}\right) = 205,140\text{дБ или } 2,59 \cdot 10^{20}\text{раз}.$$

Помимо затухания в свободном пространстве, сигнал в линиях спутниковой связи подвержен влиянию большого числа других фактовов. Таких как рефракция, поглащение в атмосфере, влияние дождевых осадков и т. д. На приемное устройство спутника и земной станции кроме собственных флуктуационных шумов воздействуют разного рода помехи в виде излучения космоса, Солнца и планет. В этих условиях правильный и точный учет

влияния всех факторов позволяет осуществить оптимальное проектирование системы, обеспечить ее уверенную работу в наиболее трудных условиях и в то же время исключить излишние энергетические запасы, приводящие к неоправданному увеличению сложности аппаратуры земной станции. Нормы на некоторые качественные показатели спутниковых каналов (например, отношение сигнал-шум) имеют статистический характер. Это заставляет оценивать возмущающие факторы также статистически, т.е. при расчетах вводить не только количественную меру воздействия того или иного фактора, но и вероятность его появления. Необходимо учитывать характер и число передаваемых сигналов, а также характер их преобразования в спутниковом ретрансляторе. Расчет дополнительного затухания сигнала в атмосфере и дополнительных ослаблений вызванных дождем, туманом и облачностью, из-за рефракции и неточности наведения антенны на ИСЗ производится один раз для линии вверх и линии вниз, так как используются геостационарные ИСЗ и в пределах Казахстана данные параметры будут меняться незначительно. Большая часть потерь сигнала в тропосфере является случайной, так как зависит не только от длины пути в этой среде и угла места, но и от поглощения сигнала в осадках. Чем выше частота связи, тем больше потери в осадках при заданной их интенсивности, которая, в свою очередь, является случайной. Затухание в гидрометеорах зависит от интенсивности дождя, размеров зоны их выпадения и распределения интенсивности по зоне. Поглощение в тумане, как правило, на порядок меньше, чем при дожде, и при ориентировочных расчетах может не учитываться. Мокрый снег в виде крупных хлопьев, выпадающих на антенну, может вызвать поглощение на 4...6 дБ большее, чем при дожде, однако вероятность такого явления невелика.

3.2 Расчет дополнительного затухания энергии сигнала на линии

Дополнительные потерии связаны со следующими явлениями:
- поглощение энергии сигнала в газообразной среде атмосферы;
- потерии из-за рефракции и недостаточности наведения антенн;
- фазовые эффекты в атмосфере;
- потории из-за несогласованности поляризации антенн;
- деполяризация радиоволн в атмосфере.

Таким образом, вышесказанное можно сформулировать как

$$L_{ДОП} = L_А + L_Д + L_Р, \tag{3.6}$$

где $L_{ДОП}$ - дополнительное затухание (потери) сигнала, дБ;

L_A - поглощение энергии сигнала в атмосфере, дБ;

$L_П$ - потери в осадках, дБ

L_P - потери из-за рефракции и недостаточности наведения антенн, дБ.

Расчет потерь сигнала в нормальной атмосфере В диапазонах частот, выделенных для спутниковых систем, влияние атмосферы проявляется в виде

ослабления (поглощения) радиоволн в тропосфере и ионосфере, искривления траектории радиолуча в результате рефракции, изменения формы и вращение плоскости поляризации радиоволн и появление помех обусловленных тепловым излучением атмосферы и шумами поглощения. Рассмотрим первый фактор - поглощение радиоволн в атмосфере, который количественно определяется коэффициентом L_A. При f >500 МГц поглощение определяется тропосферой, вернее газами тропосферы - кислородом и водяными парами, дождем и прочими гидрометеорами:

$$L_A = L'_{O2} l_1 + L'_{H2O} l_2, \tag{3.7}$$

где $L`_{O\,2}$ - коэффициент погонного поглощения в кислороде, дБ/км;

$L`_{H\,2O}$ - коэффициент погонного поглощения в водяных парах, км;

l_1 - эквивалентная длина пути сигнала в кислороде, км

l_2 - эквивалентная длина пути сигнала в водяных парах, км.

Эквивалентная длина пути сигнала в стандартной атмосфере зависит и от эквивалентной толщины атмосферы для кислорода и водяных паров ($h_{O\,2}$ и $h_{H\,2O}$), а так же от угла места антенны земной станции γ и высоты земной станции над уровнем моря h_3

$$l_1 = \frac{h_{01} - h_3}{\sin\gamma}, \; l_2 = \frac{h_{H20} - h_3}{\sin\gamma}, \tag{3.8}$$

где γ - угол места антенны ЗС, град;

h_3 - высота ЗС над уровнем моря, для ЗС (Акколь) 410м;

$h_{O\,2}$ ≈ эквивалентная толщина слоя кислорода в стандартной атмосфере, согласно (3.6) можно принять равной 5,3 км;

$h_{H\,2O}$ ≈ эквивалентная толщина слоя водяных паров в стандартной атмосфере, согласно (3.6) можно принять равной 2,1 км.

Преобразовав формулу (3.6) согласно формуле (3.7) получаем выражение

$$L_A = \frac{L'_{O2}(h_{O2} - h_3) + L'_{H2O}(h_{H2O} - h_3)}{\sin\gamma}. \tag{3.9}$$

Представленные в формуле (3.6) коэффициенты погонного поглощения для стандартизированной атмосферы показаны на рисунке 1 в виде зависимости коэффициента молекулярного поглощения кислорода и водяных паров от частоты сигнала.

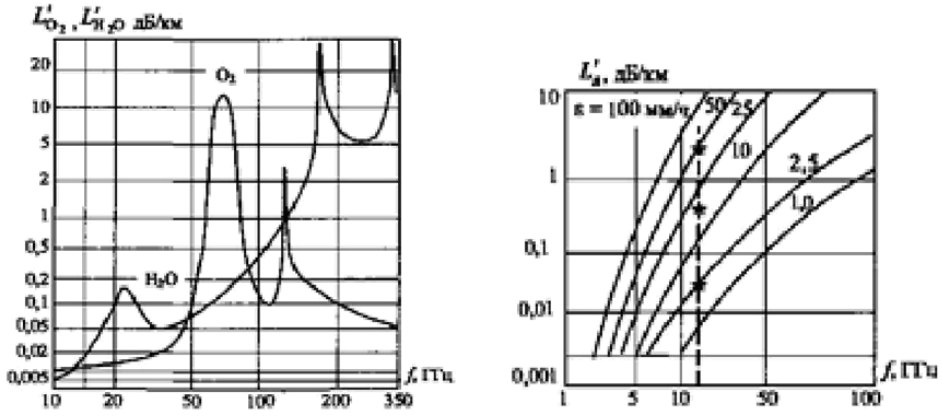


Рисунок 3.1 – Зависимость коэффициента молекулярного поглощения для кислорода и водяных паров

Коэффициенты погонного поглощения в кислороде и в водяных парах из рисунка 3.1, для частоты 11 ГГц составляют

$$L'_{O2} = 0,007 дБ/км, L'_{H2O} = 0,006 дБ/км.$$

Окончательно согласно имеющимся данным, находим ослабление сигнала в атмосфере для ЗС (Акколь) линия вниз

$$L_A = \frac{0,07(5,3-0,41)+0,006(2,1-0,41)}{\sin 31^\circ} = 0,086(дБ).$$

Расчет ослабления уровня сигнала, вызванного дождем Интенсивность рассеивания и поглощения энергии радиоволн в дожде зависит от интенсивности дождя I_m мм/ч. Кроме того, существенную роль играют размер области, занятой дождем, электрические свойства частиц, климатический район расположения наземной станции, а также такой фактор, как неравномерность дождя. Дожди сильной интенсивности локализованы и имеют ярко выраженное ядро большой интенсивности, а также обширную зону, в которой интенсивность убывает по мере удаления от ядра Характерно и то, что чем выше интенсивность дождя, тем меньше его продолжительность. Важным фактором для расчетов ослабления сигнала в дождях является также их средняя продолжительность в данном климатическом районе или среднегодовая интенсивность, которая для этого района не превышает реальную продолжительность 99% времени в году, или, наоборот, превышает се 0,01% времени.

Строгая количественная оценка коэффициента ослабления в дожде с учетом всех влияющих факторов затруднена и обычно используют усредненные эмпирические оценки для той или иной климатической зоны с учетом данных многочисленных экспериментальных наблюдений. Интенсивность дождя различна в разных географических районах и в разное

время года. Казахстан согласно Рекомендациям МСЭ относится к зоне Е, следовательно, интенсивность дождя для 0,001% худшего времени года составляет I_m =22 мм/ч.

Чтобы определить ослабление сигнала в дожде на линии ИСЗ-ЗС, необходимо знать длину пути сигнала в дожде. Очевидно, высота дождя определяется высотой изотермы 0°С (или уровнем замерзания воды), ниже которой ледяные капли дождя переходят в жидкую фазу.

Согласно Рекомендации МСЭ средняя высота нулевой изотермы определяется формулой

$$h_{\text{Е}} = 5{,}1 - 2{,}151 \cdot \lg(1 + \frac{\xi - 27^{\circ}}{10^{25}}), \tag{3.10}$$

где h_E - средняя высота нулевой изотермы, км; ξ - широта земной станции, град.

Высота дождя определяется умножением h_E на эмпирический коэффициент, который учитывает, что в тропических зонах высота дождя часто значительно ниже уровня замерзания

$$\text{h}_{\text{Д}} = \text{C} \cdot \text{h}_{\text{Е}}, \tag{3.11}$$

где $\text{C} = 0{,}6 \text{ при } 0^{\circ} \le \xi < 20^{\circ}$

$\text{C} = 0{,}6 + 0{,}02(\xi - 20) \text{ при } 20^{\circ} \le \xi < 40^{\circ}$

$\text{C} = 1 \text{ при } \xi > 40^{\circ}.$

Для климатической зоны Казахстана C=1 (согласно статистическим данным), => $h_Д = h_E$.

Необходимо так же учесть пространственную неравномерность дождя в горизонтальном направлении.

$$\text{d}_{\text{Д}} = \frac{2(\text{h}_{\text{Д}} - \text{h}_{\text{З}})}{\sqrt{\sin^2\gamma + 2(\text{h}_{\text{Д}} - \text{h}_{\text{З}})} + \sin\gamma}, \text{при } \gamma < 10^{\circ}, \tag{3.12}$$

$$\text{d}_{\text{Д}} = \frac{(\text{h}_{\text{Д}} - \text{h}_{\text{З}})}{\sin\gamma}, \text{при } \gamma > 10^{\circ}, \tag{3.13}$$

где $d_Д$ - длина пути сигнала, по наклонной трассе от ЗС до высоты дождя, км

$h_З$ - высота ЗС над уровнем моря, км; γ - угол места антенны ЗС, град.

Так же для расчета необходимо знать горизонтальную проекцию наклонной трассы, которую можно определить по формуле 3.13

$$d_Г = d_Д \cdot \cos\varphi, \tag{3.14}$$

где $d_Г$ - горизонтальная проекция наклонной трассы, км; $d_Д$ - длина пути сигнала, по наклонной трассе, км;

γ - угол места антенны ЗС, град.; А так же фактор уменьшения, учитывающий неравномерность дождя для 0,01% времени.

Фактор уменьшения определяется по формуле 3.14

$$r_{0,01} = \frac{90}{90 + 4d_Г}, \tag{3.15}$$

где $d_Г$ - горизонтальная проекция наклонной трассы, км.

Окончательно ослабление сигнала в дожде определяется, как значение, превышаемое в 0,01% среднего года по формуле

$$L_Д = L'_Д \cdot r_{0,01} \cdot d_Д, \tag{3.16}$$

где $r_{0,01}$ - фактор уменьшения, безразмерная величина;

$d_Д$ - длина пути сигнала, по наклонной трассе, км;

$L`_Д$ - погонное ослабление сигнала в дожде, дБ/км.

Функции погонного ослабления $L`_Д$ для данной интенсивности диапазоне частот 9…30 ГГц могут быть аппроксимированы степенной зависимостью

$$L'_Д = \theta_Д \cdot \psi_Д, \tag{3.17}$$

где коэффициенты $\theta_Д$ и $\psi_Д$ являются функциями частоты.

Определяется по формулам 3.17 и 3.18

$$\psi_Д = 1,47 - 0,09\sqrt{f}, \tag{3.18}$$

$$\theta_Д = -10^{-3} + 5,1 \cdot 10^{-5} f^{2,45}. \tag{3.19}$$

Согласно методике предложенной в Рекомендациях МСЭ и рассчитанным данным, применительно к рассматриваемому случаю, получаем для участка ИСЗ-ЗС(линия вниз).

Средняя высота нулевой изотермы и высоты дождя

$$h_E = h_Д = 5,1 - 2,151 \cdot \lg(1 + \frac{52^\circ - 27^\circ}{10^{25}}) = 3,07(км).$$

Длина пути сигнала

$$d_{Д} = \frac{(3,07 - 0,41)}{\sin 31^{\circ}} = 5,16(км).$$

Горизонтальная проекция наклонной трассы

$$d_{Г} = 5,16 \cdot \cos 31^{\circ} = 4,423(км).$$

Фактор уменьшения, учитывающий неравномерность дождя для 0,01% времени

$$r_{0,01} = \frac{90}{90 + 4 \cdot 4,423} = 0,84.$$

Вычисляем функции частоты

$$\psi_{Д} = 1,47 - 0,09\sqrt{11} = 1,172,$$

$$\theta_{Д} = -10^{-3} + 5,1 \cdot 10^{-5} \cdot 11^{2,45} = 0,0172.$$

Далее вычисляем значение погонного ослабления в дожде для интенсивности I_m =22 мм/ч

$$L'_{Д} = 0,0172 \cdot 22^{1,172} = 0,644(дБ / км).$$

В итоге ослабление сигнала равное

$$L_{Д} = 0,644 \cdot 0,84 \cdot 5,16 = 2,79.$$

Расчет ослабления уровня сигнала, из-за рефракции и неточности наведения антенны на ИСЗ.

Рефракция радиоволн приводит к образованию угла между истинным и кажущимся направлениями на спутник, в результате чего появляется дополнительное ослабление сигнала, вызванное неверным наведением антенны земной станции и спутника друг на друга. Угловое отклонение, вызванное рефракцией, составляет несколько десятых долей градуса и может быть скомпенсировано или сведено к минимуму предварительной коррекцией направленности антенн. При автоматическом наведении антенн по максимуму сигнала влияние рефракции практически исключается. Так как в диапазонах 14/11 ГГц и выше влияние рефракции пренебрежимо мало, то не будем его учитывать вообще. Однако дополнительно могут возникнуть потери из-за

неточности наведения антенны, которые зависят от метода и конструкции (включая механическую часть) устройства наведения. Этот вид потерь носит неподдающийся оценке статистический характер, и может примерно на 0.2 дБ увеличить общие потери, таким образом:

$$L_P \approx 0,2 дБ.$$

Поляризационные потери складываются из потерь, вызванных несогласованностью поляризации, потерь, связанных с эффектом Фарадея. и потерь из-за деполяризации радиоволн в осадках. Для частот выше 10ГГц в спутниковых системах используют линейную поляризацию, так как в этом случае поляризационные потери незначительны и ими можно пренебречь.

Рассчитываем значение дополнительных потерь

$$L_{ДОП} = 0,086 \cdot 2,79 \cdot 0,2 = 3,076 (раз).$$

3.3 Расчет необходимого диаметра антенн приемных земных станции

Коэффициент усиления антенны приемной земной станции, обеспечивающий требуемой отношение сигнал шум на спутниковой линии.

$$G_{ПРМЗС} = \frac{L \cdot L_{ДОП} \cdot P_{ШЗС} \cdot b}{ЭИИМ_{КС} \cdot \eta_{прЗС}} \left(\frac{P}{P_{Ш}} \right) \tag{3.20}$$

Расчет мощность шума приемной земной станции Шумовые факторы играют главную роль при проектировании спутниковых линии, в расчетах спутниковых радиолиний важно определить полную мощность шумов, создаваемых на входе приемного устройства земной станции различными источниками.

Суммарную мощность шумов на входе приемника, можно определить, используя формулу 3.20

$$P_{Ш\Sigma} = k \cdot T_{\Sigma} \cdot f_{VШ}, \tag{3.21}$$

где k - постоянная Больцмана. равная 1,38 • 10Вт/ГцК;

T_{Σ} - полная эквивалентная шумовая температура приемной системы, К; $f_{\Delta Ш}$ - эквивалентная (энергетическая) шумовая полоса приемника, Гц.

Полная эквивалентная шумовая температура приемной системы, состоящей из антенны, волноводного тракта и собственно приемника,

пересчитанная к входу приемника

$$T_{\Sigma} = T_A \eta_B + T_0(1-\eta_B) + T_{ПР}, \tag{3.22}$$

где T_{Σ} - полная эквивалентная шумовая температура приемной системы, К;

T_A - эквивалентная шумовая температура антенны: T_0 - абсолютная температура среды (290 К);

η_B - коэффициент передачи волноводного тракта;

$T_{ПР}$ - эквивалентная шумовая температура собственно приемника, обусловленная его внутренними шумами.

Эквивалентная шумовая температура определяется по формуле 3.22

$$T_{ПР} = T_0(K_{Ш} - 1), \tag{3.23}$$

где $K_{Ш}$ - коэффициент шума приемника, задан в характеристике оборудования.

Эквивалентная шумовая температура антенны может быть представлена в виде составляющих

$$\mathrm{T_A = T_К + T_а + T_З + T_{аЗ} + T_{шА}}, \tag{3.24}$$

где $\mathrm{T_К}$ - шумовая температура антенны, обусловленная приемом космического радиоизлучения, К;

$\mathrm{T_а}$ - шумовая температура антенны, обусловленная излучением атмосферы с учетом гидрометеоров, К;

$\mathrm{T_З}$ - шумовая температура антенны, обусловленная излучением земной поверхности, принимаемым через боковые лепестки антенны, К,

$\mathrm{T_{аЗ}}$ - шумовая температура антенны, обусловленная приемом излучения атмосферы, отраженного от Земли, К;

$\mathrm{T_{шА}}$ - шумовая температура антенны, обусловленная собственными шумами антенны из-за наличия потерь в ее элементах, К.

Расчет шумов вызванных влиянием атмосферы, планет и тепловым излучением Земли.

Для антенны земной станции:

$$\mathrm{T_A = T_{Я.К(\gamma)} + T_{Я.А(\gamma)} + c(T_{Я.З} + T_{А.Я.З}) + T_{ш.А} + T_{об(\gamma)}}, \tag{3.25}$$

где $\mathrm{T_{Я.К(\gamma)}}$ - яркостная температура антенны, обусловленная приемом космического радиоизлучения, К;

$T_{Я.А(\gamma)}$ - яркостная температура антенны, обусловленная излучением земной поверхности, принимаемым через боковые лепестки антенны, К;

$T_{Я.З}$ - яркостная температура антенны, обусловленная излучением земной поверхности, принимаемым через боковые лепестки антенны, К;

$T_{А.Я.З}$ - яркостная температура антенны, обусловленная приемом излучения атмосферы, отраженного от Земли;

c – коэффициент, учитывающий интегральный уровень энергии боковых лепестков.

Из (3.21) следует, что первая составляющая температуры шумов антенны определяется яркостной температурой космического пространства. Основу его составляет радиоизлучение Галактики и точечных радиоисточников, таких как Солнце, Луна, ближайшие планеты и звезды.

Частотная характеристика усредненных по небесной сфере значений $T_{Я.К}$ показана на рисунке 4.2, из которого следует, что космическое излучение существенно на частотах ниже 4...6 ГГц; на частотах выше 6 ГГц космическое излучение несущественно и его можно не учитывать вообще.

Излучение Галактики имеет сплошной спектр и слабо поляризовано; поэтому при приеме его на поляризованную антенну (с любым видом поляризации) можно с достаточной степенью точности считать, что принимаемое излучение будет половиной интенсивности (т.е. принимается 1/2 всей мощности излучения, попадающей в раскрыв антенны). Яркостная температура космоса 20 К.

Радиоизлучение земной атмосферы имеет тепловой характер и в полной мере обусловлено рассмотренном в предыдущем разделе поглощения сигналов в атмосфере. В силу термодинамического равновесия среда излучает такое же количество энергии на данной частоте, которое поглощает соответственно

$$T_{Я.А} = \frac{T_{АСР}(L_a - 1)}{L_F}, \qquad (3.26)$$

$$T_{АСР} = T_0 - 32 \approx 260(К).$$

Яркостную температуру спокойной атмосферы (без дождя) можно найти, воспользовавшись найденными ранее значениями L_a.

Влияние осадков можно учесть по той же методике, определить $T_{Я.А}$ через потери в дожде $L_Д$.

Раздельное вычисление температуры спокойного неба и температуры дождя с последующим их суммированием приведет к ошибке (примерно удвоит результат), поэтому вычисление следует проводить по этой формуле

$$T_{Я.А} = \frac{T_{аср}(L_а L_д - 1)}{L_а L_д}. \qquad (3.27)$$

Омическая потеря антенны определяется по формуле 3.27

$$T_{шА} = \frac{T_0(L_М - 1)}{L_М}. \qquad (3.28)$$

Произведем расчет для антенны ЗС.

Определим яркостную температуру атмосферы с учетом того, что затухания L_a и $L_д$ берутся для линии вниз.

Яркостная температура Земли равна

$$T_{Я.З} = 290(1 - 0,1288)^2 = 220,1144(К).$$

Яркостная температура излучения атмосферы, отраженного от Земли:

$$T_{А.Я.З} = 220,1144 \cdot 0,1288^2 = 3,65(К).$$

В итоге суммируя, приняв шумы антенны, обусловленные омическими потерями примем равными 0,1 К и коэффициент, учитывающий интегральный уровень энергии боковых лепестков c =0,2 получаем значение эквивалентной шумовой температуры для антенны ЗС

$$T_{ЗС} = 20 + 79,6189 + 0,2(220,1144 + 3,6507) + 0,1 = 144,4719(К).$$

Рассчитаем эквивалентную шумовую температуру приемников ЗС. Для земных станций она будет одинакова, так как применяется однотипное оборудование

$$T_{ПР} = 290(2,5 - 1) = 434(К).$$

Таким образом, полная эквивалентная шумовая температура приемной системы, состоящей из антенны, волноводного тракта и собственно приемника, пересчитанная к входу приемника будет равна для ЗС

$$T_{\Sigma} = 144,4719 \cdot 0,8 + 290(1 - 0,8) + 434 = 607,57(К).$$

Суммарную мощность шумов на входе приемников ЗС определим

$$P_{Ш\Sigma} = 1,38 \cdot 10^{-23} \cdot 607,57 \cdot 24 \cdot 10^{6} = 1,794 \cdot 10^{-13} (Вт).$$

Подставляя известные величины, получим для ЗС

$$T_{Я.З} = 290(1 - 0,1288)^{2} = 220,1144 (К).$$

$$G_{ПРМЗС} = \frac{2,69 \cdot 10^{20} \cdot 3,076 \cdot 1,794 \cdot 10^{-13} \cdot 1,26 \cdot 12}{79432 \cdot 0,9} = 3,1 \cdot 10^{4} (Вт).$$

Диаметр антенны

$$D_{A} = \sqrt{G_{ПРМЗС} \cdot \lambda^{2}} / 8 = \sqrt{31330 \cdot 0,027 \cdot 0,027} / 8 = 2 (м).$$

Необходимый диаметр для земной станции более 2 метра. На земной станции, установлена антенна с диаметрами 7,3 м.

4 Безопасность жизнедеятельности

4.1Анализ условий труда

Согласно проекту, внешнего терминала приема и передающего оборудования, оператор устанавливается в комнате, которая включает в себя модем LinkStar. Для обеспечения того, чтобы условия труда и стандарты безопасности при разработке спутниковых систем были проведены, необходимо обратить внимание на следующее: достаточное освещение рабочего места, полная техническая исправность оборудования, его электрической безопасности, адекватные средства пожарной безопасности, оптимальный микроклимат. Опасные и вредные факторы, последствия которых подлежат инженеру, являются: возможность поражения электрическим током при электронеисправности, работая с климатом некорректные параметры работы в темном месте. Оборудование питается от напряжения 220 В, 50 Гц, суммарная мощность 1,5 кВт.

Согласно ГОСТ 12.1.038-82 помещения можно отнести к помещениям без повышенной опасности, так как это комнате без пыльных, сухой, нормальной температуре и изоляции паркетных полов без заземленных металлических конструкций. С точки зрения территориальных отделений СНИП II-4-79 (6) площадь офисов с компьютерами должны удовлетворять по крайней мере, 3м2 на одно рабочее место. На рисунке видно, что площадь рабочей области составляет 3,55 м 2, то есть помещения соответствуют требованиям. Обмен воздуха в блоке номера также регулируется СНиП II-68-78 [21], он должен быть 30м3 / ч в том же месте, что и естественная циркуляция воздуха не представляется возможным, а также для поддержания

необходимой температуры, необходимо установить дополнительные средства вентиляции или кондиционирования воздуха.

Размер рабочей аудитории: высота помещения, 3м, 2.8м ширину, длину, 3,8м. Общая площадь составляет 10,64м2. Остекление двухместный номер с пластиковым связующим, размеры 1000х1050 окна. В категории визуального рабочего пространства относится к категории IV по ГОСТ 12.1.028[22].

Производственный персонал, участвующий в поддержании системы состоит из трех человек: один менеджер и инженеров программного обеспечения. Приемник оборудования, в частности, звуконепроницаемой комнате, где кондиционер, используя постоянную температуру 20 С0 для охлаждения. Система LinkStar работает 24 часа в сутки в 3 смены для обслуживания 2-х человек. Операционные инженеры работают в одной дневной смены 8:00 в день, 6 дней в неделю с перерывом на обед.

Рисунок 4.1 - План рабочего помещения

Таблица 4.1 – Технические характеристики оборудования

Формат	DVB/MPEG-2 Транспортный поток (ISO/IEC 13818) DVB, мультипротокольная инкапсуляция (MPE) для вставки IPPCR данных
Символьные скорости	От 5 до 42,5 Мс/с
Частота ПЧ на передачу	950-1450 МГц
Частота ПЧ на приеме	950-2150 МГц
Потребляемая мощность, Вт	125
Габариты	23см х 30см х 4,3см
Ток, А	2А

4.2 Анализ естественного освещения

Естественный свет по спектральному составу является наиболее благоприятным. В соответствии со структурой делится на стороне, через световые люки в наружной стенке (окна) в верхней части, через световые люки в покрытии и огней; и комбинированные. Естественное освещение характеризуется коэффициентом естественного освещения КПО (е). КПО - отношение естественного света, составленный на какой-то момент в плоскости светового пространства неба, значению наружной горизонтальной освещенности, создаваемой светом полностью открытым[20].

Исходные данные: длина L= 3,8м, ширина B=2,8м, высота H=3м, высота окна h_0=1,8м. Окна начинаются с высоты h_p=0.8м. Площадь световых проемов S_0=5м^2.Освещение одностороннее.

Дизайн сторона, одностороннее естественное освещение. Для того, чтобы обеспечить использование окна с двойным остеклением в деревянных спаренных вертикально расположенных привязок.

Вычислить площадь боковой комнаты мансардные окна, необходимые для создания нормируемой яркости на рабочем месте. Когда площадь боковой подсветки определяется слуховое окно (окна), S0 КРО обеспечивает нормализованное значение по следующей формуле

$$100\frac{S_0}{S_п} = \frac{e_н \cdot \eta_0}{\tau_0 \cdot r_1} \cdot К_{зд} \cdot К_з, \qquad (4.1)$$

где S_0 - площадь световых проемов при боковом освещении,м2;

$S_п$ - площадь пола помещения, м^2;

$e_н$ - нормированное значение КЕО;

$К_з$ - коэффициент запаса;

$К_{зд}$ - коэффициент, учитывающий затенение окон противостоящими зданиями;

η_0 - световая характеристика окон;

r_1 - коэффициент, учитывающий повышение КЕО при боковом освещении благодаря свету, отраженному от поверхностей помещения и подстилающего слоя, прилегающего к зданию;

τ_0 - общий коэффициент светопропускания, определяется по формуле 4.2.

Определим нормированное значение коэффициента естественной освещенности для района расположения

$$\tau_0 = \tau_1 \cdot \tau_2 \cdot \tau_3 \cdot \tau_4, \qquad (4.2)$$

где τ_1 - коэффициент светопропускания материала;

τ_2 - коэффициент, учитывающий потери света в переплетах светопроема;

τ_3 - коэффициент, учитывающий потери света в несущих конструкциях;

τ_4 - коэффициент, учитывающий потери света в солнцезащитных.

Определим нормированное значение коэффициента естественной освещенности для района расположения

$$e_н = e \cdot m \cdot c, \tag{4.3}$$

где e - нормированное значение КЕО. (таблица 4.2);

m - коэффициент светового климата;

c - коэффициент солнечности.

Таблица 4.2 – Значения КЕО для различных условий и видов работ

Разряд работы	Виды работы по степени точности	Размеры предметов, которые необходимо различать при работе, мм	Нормы КЕО
			При боковом освещении
1	Особо точные	0,1 и менее	3,5
2	Высокой точности	от 0,1 до 0,3	2
3	Точные	от 0,3 до 1,0	1,5

Так как предприятие находится в городе Алматы, т.е. IV световой пояс.c= 0,75, m=0,9, e=2 (для работ высокой точности при боковом освещении).

$$e_н = 0,75 \cdot 0,9 \cdot 2 = 1,35(\%).$$

Отношение длины к ширине

$$L/B=3,8/2,8=1,4.$$

Отношение

$$B/h_1= 2,8/2,6=1,1,$$

$$h_1= h_p+h_0=0,8+1,8=2,6 \text{ (м)}.$$

Таблица 4.3 – Значение световой характеристики η_0 окон при боковом помещении

Отношение длины помещения к его ширине L/B	Значение световой характеристики при отношении ширины помещения к его высоте от уровня условной рабочей поверхности до верха окна B/h_1			
	1	1,5	2	3
4 и более	6,5	7	7,5	8
3	7,5	8	8,5	9,6
2	8,5	9	9,5	10,5
1,5	9,5	10,5	13	15
1,0	11	15	16	18
0,5	18	23	31	37

Определяем общий коэффициент светопропускания. По таблице 4.4 τ_1= 0,8, по таблице 4.5 τ_2 =0,7, τ_3 = 1 (при боковом освещении) принимаем τ_4 = 1.

Таблица 4.4 – Значения коэффициента светопропускания τ_1

Вид светопропускающего материала	τ_1
Стекло оконное листовое	
Одинарное	0,9
Двойное	0,8
Тройное	0,75
Стекло листовое армированное	0,6

Таблица 4.5 – Значения коэффициента τ_2

Вид переплета	τ_2
Переплеты для окон и фонарей промышленных зданий:	
А) деревянные:	
- одинарные	0,75
- двойные открывающиеся $\tau_0 = 0,8 \cdot 0,7 \cdot 1 \cdot 1 = 0,56.$ Таким образом $\eta_0 = 9,5$ Средний коэффициент отражает одностороннее боковое освещение Определим значение r_1 из формулы: B/h_1= 2,8:2,6=1,1 -спаренные	0.7
-двойные раздельные	0,6
-стальные	0,7
-одинарные открывающиеся	0,75

Таблица 4.6 – Значения коэффициента r_1

B/h_1	L/B	Значения r_1 при боковом освещении		
		Средневзвешенный коэффициент отражения ρср		
		0,4		
		Отношение длины помещения L к его ширине B		
		0,5	1,0	2 и более
1	2	3	4	5
От 1 до 1,5	0,1	1,05	1,05	1
	0,5	1,2	1,15	1,1
	1	1,8	1,6	1.3

Расчеты по проверке показали, что область размер мансардных окон и получил предварительный расчет, обеспечить нормированное значение КЕО ен, то есть условие выполнено 2,4% ≥1,35%.

Нормированное значение КЕО для светового пояса соответствует санитарно-гигиеническим нормам.

4.3 Анализ искусственного освещения по методу коэффициента светового потока

В помещении 4 люминесцентных светильников типа ЛПО71-х-703**.** В каждом светильнике по 1 лампе. Световой поток одной лампы составляет 780ЛМ. Площадь составляет 10,64м^2.

Определяем освещенность помещения методом коэффициента светового потока

$$E = \frac{F \cdot \eta \cdot N \cdot n}{k \cdot S \cdot z} \quad (4.4)$$

где E – освещенность, лк;

F – световой поток одной лампы, лм;

η – коэффициент использования осветительной установки; N – число светильников общего освещения;

n – число ламп в светильнике; k – коэффициент запаса/

S – площадь помещения, м^2; z- поправочный коэффициент.

Световой поток одной лампы 780 лм, коэффициент запаса – 1,4, коэффициент использования осветительной установки – 50 %, поправочный коэффициент – 0,4

$$E = \frac{780 \cdot 0{,}5 \cdot 2 \cdot 4}{1{,}4 \cdot 10 \cdot 64 \cdot 0{,}4} = 524лк$$

4.4 Расчет искусственного освещения точечным методом

Для расчета освещения воспользуемся методом точечной проверки. Расстояние от рабочей поверхности до светильников H = 2,15 м. Между расстоянии светильников в длину Z1 = 0,8 м

Между расстоянии светильников по ширине Z2 = 1м. Между расстоянии светильников по ширине и в длину к 0,8 QUANTITY светильников - 4 в каждого 2 осветительного прибора.

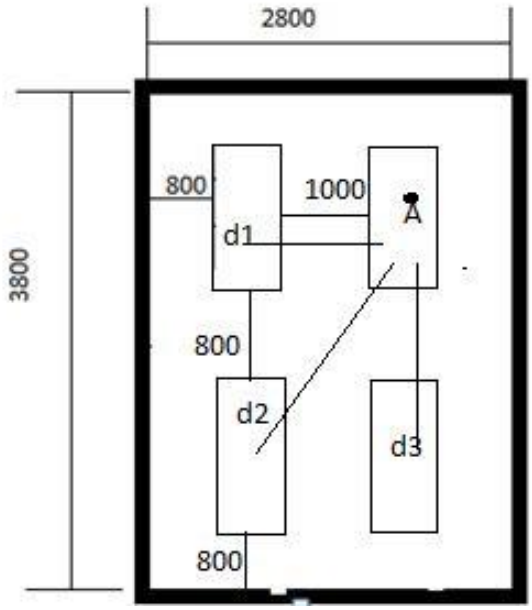


Рисунок 4.2 - План расположения светильников

Для дальнейших расчетов находим d_1, d_2, d_3.
D1=1m
D3=0.8v
Угол между высотой потолка и соответствующим отрезком d определяется по формуле

$$tg\alpha = |d/hp \qquad (4.5)$$

Находим углы для каждого отрезка и рассчитываем $\cos^3$ для дальнейших расчетов

$$tg\ \alpha 1 = (1/2) = 0{,}5 \qquad \alpha 1 = 26{,}6,$$
$$\cos^3 \alpha 1 = (0{,}89)^3 = 0{,}7,$$

$$\cos^3 \alpha 2 = (0{,}84)^3 = 0{,}59,$$

$$tg\ \alpha 3 = (0{,}8/2) = 0{,}4 \qquad \alpha 3 = 21{,}8°,$$

$$\cos^3 \alpha 3 = (0{,}93)^3 = 0{,}8,$$

$$\cos^3 \alpha 1 = (0{,}89)^3 = 0{,}7.$$

Для светильника, который находится над точкой А

$$\text{tg}\ \alpha_A = 0 \rightarrow \alpha_A = 0,$$

$$\cos^3 \alpha_A = (1)^3 = 1.$$

Таблица 4.7 – Светораспределение светильника

Тип светильника	Сила света Iα, кд в направлении угла α				
	0	10	20	30	40
Люмсвет ЛПО 71-2х18-551	300	330	337	285	135

Теперь по таблице найдем силу Iα света

$$I_1 = 335 \text{ кд},\ I_2 = 308 \text{ кд},\ I_3 = 336 \text{ кд},\ I_4 = 300 \text{ кд}.$$

Освещенность помещения относительно контрольной точки от каждого источника

$$\mathrm{E} = \frac{I \cdot cos^2 \alpha}{{h_p}^2 \cdot k} \tag{4.6}$$

Следовательно

$$\mathrm{E}_1 = \frac{335 \cdot 0{,}7}{4{,}62} = 50{,}8 \text{ лк},$$

$$\mathrm{E}_2 = \frac{308 \cdot 0.59}{4{,}62} = 39{,}3 \text{ лк},$$

$$\mathrm{E}_3 = \frac{336 \cdot 0{,}8}{4{,}62} = 58{,}2 \text{ лк},$$

$$\mathrm{E}_4 = \frac{300 \cdot 1}{4{,}62} = 9 \text{ лк}64.$$

Суммарная освещенность

$$E = \frac{\mu \cdot F}{1000 \cdot K_{3I-1}} \cdot \sum E \quad (4.7)$$

где μ – коэффициент, учитывающий действие «удаленных» светильников (1,1 ÷ 1,2).

При определении освещенности рабочей поверхности всеми светильниками учитываем, что в каждом светильнике находится по 2 лампы

$$E = \frac{1{,}1 \cdot 2 \cdot 780}{1000 \cdot 1{,}4} \cdot 446{,}8 = 522 \text{ лк.}$$

Таблица 4.8 – Нормы наименьшей освещенности в помещении с характеристикой зрительной работы средней точности

Характеристика зрительной работы	Наименьший или эквивалентный размер обьекта различения, мм	Разряд зрительной работы	Освещенность лк	
			Присистема комбинированного освещения	Присистема общего освящения
Высокой точности	0,5-1,0	I·I	950	400

Согласно ГОСТ 12.1.003-83 для рабочих мест первой категории (плоский дизайн офисов, калькуляторы, программное обеспечение, компьютеры, лаборатории для теоретических исследований и обработки экспериментальных данных, приема больных в медицинских центрах) позволило эквивалентные уровни звука 50 дБ, этот производственный объект соответствует требованиям ГОСТ 12.1.003-83.

Вывод: В анализе безопасности жизни разделе условий труда была проведена, было установлено, что производственный объект и производственное оборудование отвечает всем необходимым требованиям.

5 Экономическая часть

Главная цель – разработать системы передачи и обработки для данных со спутников ДЗЗ. Задачей проекта является разработка систем ДЗЗ, который позволит обрабатывать снимки для дистанционного зондирования территорий РК. Разработка программы на основе программы SarScape. За счет космических съемок повышается эффективность зондирования.

Данный проект (программный продукт) должен быть разработано так, чтобы оно выполняло свои функции без лишних затрат ресурсов (оперативной памяти ПК, машинного времени и др. – на стадии функционирования; время разработки и денежных ресурсов – на стадии использования программного продукта).

Предметом исследования проекта являются:

- ознакомление с основными положениями будущего проекта;
- принципы и методология оценки качества в области ДЗЗ;
- концептуальные решения по созданию системы оценки соответствия в области ДЗЗ;
- формы и схемы оценки соответствия продукции, услуг в области ДЗЗ;
- цели, задачи, функции, структура испытательной лаборатории ДЗЗ;
- составление сметной документации на проект;
- исправление допущенных ошибок и устранение замечаний заказчика

5.1 Вычисление затрат на интеллектуальную работу

Расходы включают расходы по компенсации, социальному налогу, обесцениванию, электроэнергии, накладным расходам, и окупается, определяется по формуле 4.1

$$C = Ф_{ОТ} + О_{С} + А + Е + С_{пр} + Н. \quad (4.1)$$

Затраты на оплату труда. Фонд компенсации (4.2)

$$Ф_{ОТ} = З_{осн} + З_{доп}. \quad (4.2)$$

Это необходимо для вычисления затрат на оплату труда следующие данные

- зарплата каждого рабочего в течение часа;
- зарплата для цикла работы.

Мы определим зарплату каждого рабочего в течение часа работы и каждым названием несомых работ – совокупная зарплата. Мы определим зарплату каждого рабочего в течение одного рабочего дня – с этой целью ежемесячный размер зарплаты акций рабочего на числе рабочих дней в течение прошлого месяца (это 24 дня – шестидневная рабочая неделя).

$$D = \frac{З_{пм}}{Д_{р}}. \quad (4.3)$$

Мы вычислим зарплату через один час, разделив зарплату рабочего через день во многие часы рабочего дня (в 8-часовой рабочий день).

Для руководителя

$$D = \frac{100000}{24 \cdot 8} = 520{,}8 \text{ тенге / час.}$$

Для разработчика

$$D = \frac{75000}{24 \cdot 8} = 375 \text{ тенге / час.}$$

Для инженера

$$D = \frac{75000}{24 \cdot 8} = 375 \text{ тенге / час.}$$

Таблица 5.1 – Этапы и сроки реализации проекта

Перечень работ		Недели от начала работ						
		1	2	3	4	5	6	7
1 этап	Ознакомление с основными положениями будущего проекта	+						
	Принципы и методология оценки качества в области ДЗЗ	+						
2 этап	Концептуальные решения по созданию системы оценки соответствия в области ДЗЗ		+					
	Формы и схемы оценки соответствия продукции, услуг в области ДЗЗ		+					
3 этап	Цели, задачи, функции, структура испытательной лаборатории ДЗЗ		+	+	+			
4 этап	Проверка всех этапов и исправление ошибок. Составление сметной документации на проект				+	+	+	+

Таблица 5.2 – Заработная плата персонала

Исполнители	Количество человек	ЗП за месяц, тг
Руководитель	1	100 000
Разработчик	1	75 000
Инженер	1	75 000
Итого	3	250 000

Продолжительность цикла в днях каждым типом работ, это объединено, это определено формулой

$$t_n = \frac{T}{q_n \cdot z \cdot k}, \tag{4.4}$$

где T – трудоемкость этапа, норма-час;

q_n– количество исполнителей по этапу;

z – продолжительность рабочего дня, час;

k – коэффициент выполнения норм времени (К=1,1).

Полученную величину t_n - следует округлить в большую сторону до целых дней.

Руководитель, постановка задачи

$$t_1 = \frac{12}{1 \cdot 8 \cdot 1{,}1} = 2(\text{дн}).$$

Руководитель, изучение технологии ДЗЗ

$$t_1 = \frac{36}{1 \cdot 8 \cdot 1{,}1} = 5(\text{дн}).$$

Руководитель, изучение ССС

$$t_3 = \frac{36}{1 \cdot 8 \cdot 1{,}1} = 5(\text{дн}).$$

Разработчик, поиск подходящих ССС

$$t_4 = \frac{12}{1 \cdot 8 \cdot 1{,}1} = 2(\text{дн}).$$

Разработчик, расчет основных характеристик

$$t_5 = \frac{48}{1 \cdot 8 \cdot 1{,}1} = 6(\text{дн}).$$

Инженер, построение имитационной модели

$$t_6 = \frac{48}{1 \cdot 8 \cdot 1{,}1} = 6(\text{дн}).$$

Инженер, тестирование

$$t_7 = \frac{24}{1 \cdot 8 \cdot 1{,}1} = 3(\text{дн}).$$

Разработчик, отладка

$$t_8 = \frac{24}{1 \cdot 8 \cdot 1,1} = 3(\text{дн}).$$

Общее количество 32 дня.

Таблица 5.3 – Сводные данные по расчету затрат, на основную заработную плату персонала.

Наименование этапов и содержание работы	Исполнитель	Трудоемкость, час	Заработная плата за час работы, тенге	Заработная плата, $З_{осп}$, тенге
Постановка задачи	Руководитель	12	520	6240
Изучение технологии ДЗЗ	Руководитель	36	520	18·720
Изучение ИНС	Руководитель	36	520	18·720
Поиск подходящих ИНС	Инженер	12	375	4·500,00
Расчет основных характеристик	Разработчик Инженер	48	375	18·000,00
Построение имитационной модели	Разработчик	48	375	18·000,00
Тестирование	Разработчик	24	375	9·000,00
Отладка	Разработчик	24	375	9·000,00
Итого		240		102·249

5.2 Расчет стоимости производственной работы

Главная зарплата определена как сумма компенсации всех рабочих, вовлеченных в развитие, и делает 102249,72 тенге. Дополнительная зарплата (премии, и т.д.) делает 10% главной зарплаты и окупается на формуле

$$З_{доп} = З_{осн} \cdot 10\%, \tag{4.5}$$

$$З_{доп} = 102249 \cdot 0,1 = 10224,9(\text{тенге}).$$

Фонд оплаты труда (ФОТ) согласно формуле (4.2) составил

$$\Phi_{ОТ} = 102249,72 + 10224,9 = 112474,69 \text{ (тенге)}.$$

Социальный налог согласно Кодексу РК составляет 11% от дохода работника, и рассчитывается по формуле

$$О_{сн} = (\Phi_{ОТ} - П_{О}) \cdot 11\%. \quad (4.6)$$

Вклады в пенсионный фонд делают 10% фонда компенсации и окупаются на формуле

$$О_{п} = \Phi_{ОТ} \cdot 10\%, \quad (4.7)$$

$$О_{п} = 112472,6 \cdot 0,1 = 11247,46 \text{(тенге)},$$

$$О_{сн} = (112472,69 - 11247,47) \cdot 0,11 = 11134,99 \text{(тенге)}.$$

Амортизационные отчисления на основные средства вычисляем по формуле

$$A = \frac{N_{АМ} \cdot C_{пер} \cdot N}{100 \cdot 12 \cdot n}, \quad (4.8)$$

где $N_{АМ}$ – норма амортизации;

$C_{пер}$ – первоначальная стоимость оборудования; N – количество дней на выполнение работы;

n – количество дней в рабочем месяце.

Количество дней на выполнение работ согласно данным таблицы 4.1, составляет 32 дня, для принтера 2 дня

$$A_1 = \frac{40 \cdot 300000 \cdot 32}{100 \cdot 12 \cdot 24} = 13333,3 \text{ (тенге)},$$

$$A_2 = \frac{25 \cdot 40500 \cdot 2}{100 \cdot 12 \cdot 24} = 70,31 \text{ (тенге)},$$

$$A_3 = \frac{15 \cdot 175000 \cdot 32}{100 \cdot 12 \cdot 24} = 368,58 \text{ (тенге)},$$

$$A = A_1 + A_2 + A_3, \quad (4.9)$$

$$A = 13333,3 + 70,31 + 368,58 = 13772,19 \text{ (тенге)}.$$

Таблица 5.4 – Затраты на амортизацию основных средств

Наименования оборудования	Количество	Норма амортизации, %	Сумма амортизации, тенге	Цена за единицу, тенге
Lenovo Z500	2	40	13333	150000
HP Color LaserJet Pro CP1025nw	1	25	70,31	40500
ПО GPSS World	1	15	364,58	87500
ПО SarScape	1	15	364,58	87500
Итого			13727,19	365500

Как в ходе производства используется электрическое оборудование, необходимо вычислить затраты электроэнергии. Затраты электроэнергии для производственных потребностей, включайте расходы электроэнергии по оборудованию, и дополнительные расходы окупаются на формуле

$$Э = З_{эл.эн.обор} + З_{доп.нуж}, \quad (4.10)$$

$$З_{эл.эн.обор} = W \cdot T \cdot S \cdot K_{исп}, \quad (4.11)$$

где W – расход энергии,

T – операционное время;

S – тариф (19,44 тенге для 1 кВт·ч);

$K_{исп}$ – эффективность (= 0,9).

Затраты электроэнергии потребляются капитальным оборудованием согласно формуле

$$З_{эл.эн.обор1} = 0,76 \cdot 480 \cdot 19,44 \cdot 0,9 = 6382,5(\text{тенге}),$$

$$З_{эл.эн.обор2} = 0,51 \cdot 2 \cdot 19,44 \cdot 0,9 = 17,85(\text{тенге}).$$

Сумма затрат на электроэнергию основного оборудования составляют

$$З_{эл.эн.обор} = 6382,5 + 17,85 = 6400,35(\text{тенге}).$$

Затраты на дополнительные нужды составляют 5% от затрат на оборудование и рассчитываются по формуле

$$З_{доп.нуж} = 5\% \cdot З_{эл.эн.обор}. \quad (4.12)$$

Затраты на дополнительные нужды составляют

$$З_{доп.нуж} = 0,05 \cdot 6400,35 = 320 (тенге).$$

Общая сумма затрат на электроэнергию согласно по формуле 4.10 составит

$$Э = 6400,35 + 320 = 6720,35 \, (тенге).$$

Результаты расчета затрат на электроэнергию представлены в таблице 4.4

Таблица 5.5 – Затраты на электроэнергию

Наименования оборудования	W, кВт	Число рабочих дней	$К_{исп}$	Время работы прибора, час	$\sum$W, кВт, час	Стоимость, тенге
Ноутбук	0,76	32	0,9	480	364,8	6382,5
Принтер	0,51	2	0,9	2	1,02	17,85
Итого				258	191,02	6400,35

Другие расходы:

- расходы в Интернете – 9800 (по курсу 4900 тенге в месяц);
- расходы по канцелярской бумаге 3000 тенге.

Накладные расходы делают 25% всего затрат и рассчитываются по формуле

$$Н = (Ф_{ОТ} + О_С + А + Э + С_{пр}) \cdot 25\%. \quad (4.13)$$

Накладные расходы составят

$$Н = (112474,69 + 11134,99 + 13772,19 + 6400,36 + 12800) \cdot 25\% = 71196 \, (тенге).$$

Стоимость затрат на исследовательские работы по всем перечисленным статьям согласно формуле (4.1) составит

$$С = 112474,69 + 11134,99 + 13772,19 + 6400,35 + 12800 + 71196 = 227778,22 \, (тенге).$$

Сводные результаты расчета исследовательских работ по всем перечисленным статьям затрат, и их структура представлены в таблице 4.5

Таблица5.6 – Стоимость исследовательских работ

Наименование статьей затрат	Сумма, тенге
Фонд оплаты труда	112474,69
Отчисления на социальные нужды	11134,99
Амортизация	13772,19
Затраты на электроэнергию	6400,35
Прочие расходы	12800
Накладные расходы	71196
Итого	227778,22

5.3 Цена интеллектуального труда

Цена реализации проекта состоит из главной стоимости и чистого дохода

$$Ц = С + П, \tag{4.14}$$

где С – главная стоимость продукта;

П – чистый доход.

При определении начальной цены мы установлены желательным уравнением доходности (40%)

$$р = С \cdot (1 + Р / 100), \tag{4.15}$$

где Р – рентабельность (40%).

$$р = 227778,22 \cdot (1 + 40 / 100) = 3188889,5 \text{ (тенге)}.$$

Цена реализации с учетом НДС

$$Ц_р = Ц_п + НДС, \tag{4.16}$$

где НДС – налог на добавочную стоимость по ставке 12%.

НДС рассчитывается по формуле

$$НДС = Ц_п + 12\%, \tag{4.17}$$

$$НДС = 318889,5 + 12\% = 38266,75 \text{ (тенге)},$$

$$Ц_р = 318889,5 + 38266,74 = 357156,24 \text{ (тенге)}.$$

Перспективность исследований.

Разработанное научно-методическое обеспечение оценки соответствия в

области ДЗЗ будет способствовать:

- формированию современной системы оценки соответствия в области ДЗЗ;
- созданию инфраструктуры обеспечения качества в области ДЗЗ;
- овышению качества и конкурентоспособности продукции и услуг и в области ДЗЗ;
- становлению нормативных требований к показателям качества продукции и услуг области ДЗЗ и методов их контроля;
- озданию условий для предоставления объективных доказательств того, что качество конечной продукции в области ДЗЗ отвечает установленным требованиям, и они могут быть использованы в соответствии с целевым назначением.

Заключение

В заключение дипломного проекта, были обсуждены состояние систем дистанционного зондирования в Казахстане. Сегодня Казахстан играет роль арендатора услуг спутников дистанционного зондирования у зарубежных странах. Дистанционное зондирование зарубежных стран и Республики Казахстан. Анализ орбит спутников и земной приемной станции. В результате, который выбран солнечно - синхронная орбита, спутниками - Kazeosat-1, КазСат - 2. Наземной станцией приема выбран НКУ"Акколь", действующая приемная станция. Было предложено на казахстанские спутники ДЗЗ установить аппаратуру, проводящую радиолокационную съемку, так как радиолокационная съемка себя хорошо зарекомендовала во всех странах. Радиолокационная съемка подходит для Казахстана, учитывая погодные условия летом и зимой. Представлены программы обработки снимков дистанционного зондирования земли.

В третьей главе, мы рассчитываем энергетические характеристики спутника связи, для солнечной - синхронной и геостационарной орбиты. Он рассчитывает необходимый диаметр антенны. Для геостационарных спутников необходимо выбрать антенну 2м, а также для солнечной - Синхронные спутники 1,3 м геостационарного спутника нужно в случае, когда солнечные - синхронная спутник выходит из зоны наземных станций для приема услуги, в то время как данные передаются через геостационарного спутника.

При полной эксплуатации систем дистанционного зондирования в Казахстане, снизить стоимость нефти находка Со времени отказаться от иностранных спутниковых услуг и снизить стоимость бурения.

Список литературы

1 Кронберг П. Дистанционное изучение Земли. Основы и методы дистанционных исследований в геологии. – М.: Мир, 2000

2 Кашкин В.Б., Сухинин А.И. Дистанционное зондирование Земли из космоса. Цифровая обработка изображений: Учебное пособие. – М.: Логос, 2001.

3 Кравцова В.И. Космические методы картографирования / Под редакцией Ю.Ф.Книжникова. – М.: Изд-во МГУ, 1995

4 Гарбук С.В., Гершензон В.Е. Космические системы дистанционного зондирования Земли. – М.: Издательство А и Б, 1997

5 Петрусевич М.Н. Аэрометоды при геологических исследованиях / Под редакцией А.А.Богданова. – М.: Госгеолтехиздат, 1993

6 Савиных В.П., Кучко А.С., Стеценко А.Ф. Аэрокосмическая фотосъемка. Учебник. – М.: «Картогеоцентр» - «Геодезиздат», 1997

7 Муравьев Л.А. Возможности высокочувствительных магнитометров POS при проведении геомагнитных съемок. //Уральский геофизический вестник. - 2007. - №10.

8 Г.Г.Бебенин, Б.С.Скребишевский, Г.А.Соколов «Системы управления полетом космических аппаратов». М., Машиностроение, 2004

9 К.Б.Алексеев, Г.Г.Бебенин «Управление космическими летательными аппаратами». М., Машиностроение, 1974.

10 Лебедева О.А. Картографические проэкции: Методическое пособие. Новосибирский учебно-методический центр по ГИС и ДЗ.

11 Ю.К.Королев. Общая геоинформатика. Часть 1. Теоретическая геоинформатика: Издательство ООО СП Дата+. Москва. 1998

12 Лопандя А.В., Немтинов В.А. Основы ГИС и цифрового тематического картографирования. Учебно-методическое пособие. 2007.

13 А.С.Николаев. Военная топография. – М., Воениздат, 1977.

14 ДеМерс, Майкл Н. Географические Информационные Системы. Основы: Пер. с англ. – М.: Дата+,1999.

15 Варламов А.А., Гальченко С.А. Земельний кадастр. Т.6. Географические и земельные информационные системы.-М.: КолосС, 2006.

16 Закатов П.С. Курс высшей геодезии. Изд. 4, перераб. И доп. М., Недра, 1976.

17 Р.К. Фёдоров. Технология применения сервисов обработки данных ДЗЗ.

18 Межгосударственный стандарт URL: http://www.ervist.ru/info/normbase/gost%2014.1.038-82%20(2001).pdf (дата обращения 05.04.2016)

19 http://gostrf.com/normadata/1/4293851/4293851763.pdf(дата обращения 05.04.2016)

20 http://gostrf.com/normadata/1/4293793/4293793675.pdf(дата обращения 05.04.2016)

21 http://www.internet-law.ru/gosts/gost/44548

22 Методические указания к выполнению раздела ‘Охрана труда и окружающей среды в дипломном проекте’.- Алматы:АИЭС, 2003.-27с

23. Безопасность жизнедеятельности. Производственная санитария и гигиена труда. – Москва:2013.-62с

24. Учебно-методическое пособие к выполнению практической работы «Расчет естественного и искусственного освещения производственных помещений». - Уфа: 2010-32с.

25. Безопасность жизнедеятельности . Учебное пособие. В.С.Гриценко.:- Москва: 2004 г.

Приложения А

Решение задач с помощью программы PTC Mathcad Express Prime 3.0

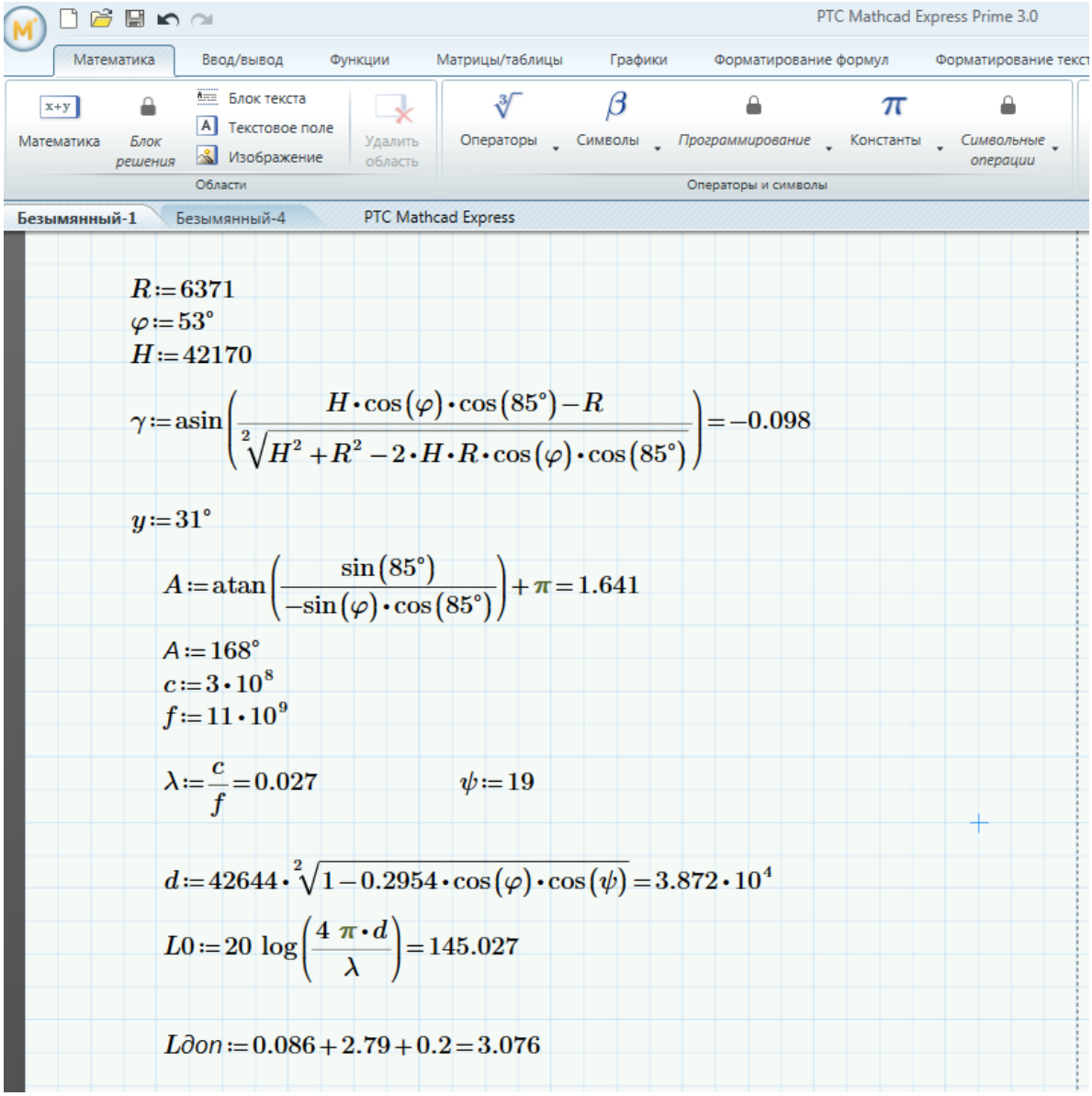


Рисунок 1 - Решение задач с помощью программы PTC Mathcad Express Prime 3.0