

На правах рукописи



ЖОАУ АМАРУ ФРАНШИСКУ АЛБЕРТУ

**РАЗРАБОТКА НАЦИОНАЛЬНОЙ СПУТНИКОВОЙ
ИНФОРМАЦИОННОЙ СЕТИ РЕСПУБЛИКИ АНГОЛА**

**Специальность: 05.12.13 – Системы,
сети и устройства телекоммуникации**

АВТОРЕФЕРАТ

**Диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук**

Владимир - 2015

Работа выполнена на кафедре радиотехники и радиосистем ФГБОУ ВПО «Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых» (ВлГУ).

Научный руководитель: **Самойлов Александр Георгиевич**
доктор технических наук, профессор, декан факультета радиофизики, электроники и медицинской техники ВлГУ.

Официальные оппоненты: **Орлов Игорь Яковлевич**
доктор технических наук, профессор
Нижегородского государственного университета им. Н. И. Лобачевского, г. Н. Новгород.

Егоров Валерий Александрович
кандидат технических наук, доцент, технический директор ООО «Мэйджор», г. Владимир.

Ведущая организация: ОАО «Владимирское конструкторское бюро радиосвязи», г. Владимир.

Защита диссертации состоится «17» ноября 2015 г. в 14.00 часов в ауд. 301-3 на заседании диссертационного совета Д212.025.04 при Владимирском государственном университете имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых по адресу: 600000, г. Владимир, ул. Горького, д. 87, ВлГУ, ФРЭМТ.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке и на сайте ВлГУ: <http://www.vlsu.ru>.

Автореферат разослан « 25 » августа 2015 г.

Отзывы на автореферат, заверенные печатью, просим направлять по адресу: ул. Горького, д. 87, ВлГУ, ФРЭМТ, г. Владимир, 600000.

Ученый секретарь диссертационного совета
доктор технических наук, профессор

А. Г. Самойлов

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы. Республика Ангола имеет обширную территорию, передавать и принимать информацию на которой можно со спутника, особенно в тех регионах, где наземных сетей не существует, из-за низкой плотности населения или из-за долгой войны и других факторов, которые привели к ухудшению инфраструктуры телекоммуникационного сектора. В стране работали несколько частных телекоммуникационных компаний, вследствие чего государство потеряло контроль над управлением национальной сетью спутниковой связи (ССС).

В настоящее время в Анголе два разных оператора спутниковой связи, которые арендуют частотные ресурсы у внешнего поставщика. Официальные источники сообщают, что каждый год только на аренду этими компаниями тратится приблизительно 40 миллионов американских долларов. Структура существующей ССС в Анголе не рациональна, потому что в свое время была спроектирована для решения конкретных задач, связанных с гражданской войной и нефтяной деятельностью.

Наилучшее решение для развития телекоммуникаций в Республике Ангола это создание национальной спутниковой сети связи (НССС), взаимосвязанной со всеми наземными сетями связи республики. Для Республики Ангола задача разработки НССС является актуальной, поскольку такая сеть в состоянии обеспечить информационные услуги всему населению страны, несмотря на регионы проживания. С появлением ожидаемого в 2016 ангольского спутника АНГОСАТ, запускаемого на геостационарную орбиту, в министерстве телекоммуникации, в национальном органе регулирования связи и в других государственных органах обсуждается концепция построения национальной ССС и линий спутниковой связи (ЛСС).

Вопросы построения ССС и методика разработки ЛСС разработаны трудами таких ученых, как Л.Я. Кантор, Ю.Б. Зубарев, В.В. Шахгильдян, Л.Е. Варакин, К.И. Кукк, В.Е. Камнев, А. М. Сомов, Н.Т. В.Л. Банкет, В.М. Дорофеев, Gérard Maral, M.O. Kolawole, Дерек Стивенсон, Мидлтон Д., Файнстен Л.,

Голомб С., Скаляр Бернард, Спилкер Дж, Bruce R. Elbert, Дерек Стивенсон, рекомендациями Международного союза электросвязи для радио связи (МСЭ-R) и др.

Стоит отметить, что большинство экспериментальных исследований и расчетов по ослаблению сигналов из-за дождей, снега и других гидрометеоров были проведены в Европе, Америке и в Азии, а для Африки, в том числе для конкретных климатических условий Республики Анголы, такие расчеты и оценка влияния замираний пока не проводились. Поэтому известная методика расчета ЛСС требует некоторой модификации с целью учета возможного ослабления сигналов из-за специфических климатических условий средней и южной Африки.

Цель диссертационной работы - разработка структуры, топологии и основных параметров телекоммуникационных линий национальной сети спутниковой связи Республики Ангола.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие основные задачи:

- выполнить анализ спутниковых линий связи республики и разработать топологию национальной спутниковой сети связи (НССС) на базе спутника «АНГОСАТ»;
- оценить влияния климатических условий Республики Ангола на передачу информации по спутниковым линиям связи;
- выбрать диапазоны частот и виды модуляции сигналов для НССС;
- модифицировать известную методику расчета линий НССС для учета особенностей климата Анголы;
- разработать алгоритм расчета линий связи со спутником «АНГОСАТ»;
- синтезировать программное обеспечение для расчета линий спутниковой связи.

Методы исследования. При решении поставленных задач использовались методы, основанные на положениях общей теории связи, теории спутниковой связи, основах построения телекоммуникационных систем, теории

вероятностей. Для расчета по разработанным алгоритмам параметров ЛСС применялись методы программирования на ЭВМ.

Научная новизна работы заключается в следующем:

1. Предложена топология и состав НССС Республики Ангола;
2. Модернизирована методика расчета линий спутниковой связи;
3. Разработан алгоритм расчета и программное обеспечение для расчета параметров ЛСС.

Практическая значимость работы заключается в следующем:

1. Определено влияние на спутник «АНГОСАТ» сигналов соседних спутников, находящихся в орбитальных позициях 13°Е и 16°Е;
2. Модернизирована методика расчета ЛСС, позволяющая:
 - рассчитывать энергетический запас на дожди (не менее 12 дБ для спутника «АНГОСАТ»);
 - определять угол неточности наведения антенн на спутник, обеспечивающий допустимые потери мощности (для спутника «АНГОСАТ» 0.18 - 0.2°).
3. Предложен алгоритм и программное обеспечение, сокращающие время и трудоемкость расчета ЛСС.
4. Выполнены расчеты линий связи со спутником «АНГОСАТ».

Личный вклад автора. На основе проведенного анализа сформулированы задачи диссертационного исследования, предложена методика и алгоритм расчета параметров ЛСС с учетом местных климатических условий, разработана программа на ЭВМ для расчета характеристик оборудования линий спутниковой связи, лично подготовлены и опубликованы полученные результаты исследования. В оформлении публикаций и текста диссертационной работы на русском языке мне была оказана помощь.

Достоверность. Полученные в работе результаты подтверждаются применением апробированных методов и алгоритмов, а также не противоречием результатов, полученных в работе, известным из литературы и не опровергаются данными частных ЛСС, существующих в Анголе.

Положения, выносимые на защиту:

- Структура и топология национальной ССС Республики Ангола;
- Модернизированная методика расчета линий спутниковой связи;
- Алгоритм расчета линий спутниковой связи;
- Программа расчета характеристик оборудования ЛСС.

Апробация работы. Основные положения диссертации обсуждались на следующих научно – технических конференциях и семинарах:

- X международной научно-технической конференции «Перспективные технологии в средствах передачи информации», Владимир, 2013;
- XI МНТК «Физика и радиоэлектроника в медицине и экологии», Владимир – Суздаль, 2014;
- XVII Всероссийская научная конференция студентов-радиофизиков СПбГУ 2014;
- 69-я научно-техническая конференция ЛР НТО РЭС, ЛЭТИ, Санкт-Петербург, 2014.

Публикации по работе. Опубликовано 8 научных работ, из них 3 статьи в журналах из списка ВАК и 5 докладов на научных конференциях; получено свидетельство о регистрации программы для ЭВМ.

Структура и объем работы. Диссертация состоит из введения, трех глав и заключения, объем работы 129 страниц, 34 рисунков, 17 таблиц, и список литературы из 111 наименований.

Реализация и внедрение результатов работы. Результаты диссертационной работы нашли практическое применение в качестве рекомендаций по разработке линий спутниковой связи в интересах Министерства телекоммуникации и инфокоммуникационных технологий Республики Ангола и внедрены в учебный процесс ФГБОУ ВПО «Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых», что подтверждено соответствующими актами.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

В введении обоснована актуальность выбранной темы, определены научная новизна и практическая ценность работы, сформулированы цель и задачи исследования, указана методика исследования, обоснована достоверность полученных результатов, указана апробация работы и сформулированы основные положения, выносимые на защиту.

В первой главе содержится обзор состояния телекоммуникаций и анализ местных климатических условий Республики Ангола. Намечены пути построения национальной сети спутниковой связи.

Несмотря на экспоненциальный рост протяженности оптоволоконной сети в стране нужно отметить, что большая часть национальной территории остается без телекоммуникационных услуг. В Анголе существующие два разных оператора спутниковой связи и в историческом плане развития Анголы, большинство существующих сетей связи развивались независимо друг от друга, в результате чего сформировалось несколько невзаимосвязанных сетей, вследствие чего государство потеряло контроль над управлением ССС страны. По инициативе Министерства телекоммуникаций и информационных технологий Республики Ангола принято решение о запуске на геостационарную орбиту своего национального спутника связи (СС) «АНГОСАТ».

Поэтому диссертационная работа направлена на разработку НССС, такой, чтобы любой абонент проектируемой сети мог связаться с любым абонентом телефонной сети общего пользования взаимосвязанной системы связи страны, а также с любым другим абонентом системы, находящимся в Республике Ангола.

Во второй главе рассматривается выбор диапазонов частот и видов модуляции сигналов, а также оценка влияния климатических условий Республики Ангола на передачу информации по спутниковым линиям связи и модификация методики расчета линий НССС. Интенсивность дождя и поглощения в атмосфере влияют на распространение сигнала от спутника, что снижает качество связи и потребовало модификации известной методики расчета ЛСС. Для учета замираний из-за длительных дождей в ряде провинций Анголы методика расчета энергопотенциала ЛСС изменена и в нее введены

дополнительные потери из-за дождей. Показано, что наибольшее влияние имеют замирания из-за гидрометеоров длительностью более 10 с.

Благодаря использованию более сложных видов модуляции ССС может применять широкую полосу пропускания и при этом передавать большой поток данных. Для проектируемой ССС в зависимости от вида информации и состояния линии связи предлагаем использовать QPSK, 8-PSK и 16-PSK. При этом получим увеличение скорости передачи информации при QPSK в 2 раза, при 8PSK в 3 раза, при 16PSK в 4 раза.

Сделано сравнение общих характеристик разных методов расчета и предложен подход, который состоит в том, что используются классический метод и математические формулы для определения параметров ЛСС, с помощью которых можно увидеть, как взаимодействуют различные параметры и понять значение каждого. С помощью проведенного анализа выбрано место расположения центральной земной станция (ЦЗС) в г. Луанда и минихабов в каждой провинции Республики Ангола.

Показано, что существенную роль имеет точность наведения антенн на спутник. Неточность наведения антенн возникает из-за неточности юстировки остронаправленных антенн, а также из-за тепловой и ветровой деформации антенных опор. Угол неточности наведения ЗС и СР определяется выражением:

$$\theta_n(D) = 70^\circ \frac{c}{X_k f D}, \text{ град} \quad (1)$$

где: X_k – коэффициент взаимосвязи угла наведения с диаметром антенны ЗС ($1.1 \leq X_k \leq 3$); D , м – диаметр антенны, $c = 3 \cdot 10^8$ м/с – скорость света, f , Гц – рабочая частота.

Если передающая антенна направлена неидеально, существует возможность потери сигнала. При неточности наведения центра главного лепестка потери можно оценить следующим выражением

$$L_{\text{дон}} = L_{\text{пол}} + 12 \times \left(\frac{\theta_n f D}{70^\circ c} \right)^2, \text{ дБ} \quad (2)$$

где $L_{\text{пол}}$ – потери из-за несогласованности поляризации антенн спутника.

Чтобы не создавать помехи другим спутникам на геостационарной орбите, был рассчитан угол неточности наведения антенн, который для главного лепестка диаграммы направленности антенны (ДНА) определится как:

$$\theta_{3дБ}/1.8 \leq \theta_n \leq \theta_{3дБ}/3 \quad \text{для диапазона С,}$$

$$\theta_{3дБ}/1.3 \leq \theta_n \leq \theta_{3дБ}/1.8 \quad \text{для диапазона Ку,}$$

где $\theta_{3дБ}$ - угол направления при ослаблении ДНА на 3 дБ.

Найденный угол (не более 0.2°) обеспечит неточность угла наведения антенн между ЗС и СР, что даст допустимые потери мощности сигнала.

Результаты расчетов взаимосвязи угла наведения с диаметром антенны представлены на рисунке 1. Например, в г. Луанда из-за потери неточности наведения коэффициент усиления потеряет 4 дБ на ЛСС вверх и 0.7 дБ на ЛСС вниз.

Эффективная мощность передатчика ЗС вычисляется по формуле

$$P_{пер} = 10 \log_{10} P_{ум} + G_{макс.} - L_{афт} - ОВО, \text{ дБ} \cdot \text{Вт} \quad (3)$$

где: $G_{макс}$ - усиление антенн; $P_{ум}$ - мощность выходного усилителя передатчика; $ОВО$ - потери выходной мощности; $L_{афт}$ - потери в антенно-фидерном тракте.

Чувствительность приемника ЗС определим с учетом всех потерь по выражениям для С и Ку диапазонов соответственно:

$$P_{пр} = ЭИИМ_{ср} - L_{св} + G_{макс} - L_{доп}, \text{ дБ} \cdot \text{Вт} \quad (4)$$

$$P_{пр} = ЭИИМ_{ср} + G_{макс} - L_{макс.д}, \text{ дБ} \cdot \text{Вт}. \quad (5)$$

где $ЭИИМ_{ср}$ - эквивалентная изотропно излучаемая мощность; $L_{св}$ - потери в свободном пространстве; $L_{доп}$ - дополнительные потери из-за неточности угла наведения антенны, $L_{макс.д}$ - максимально допустимые потери, учитывающие и потери из-за гидрометеоров. Для модернизации предлагаем в расчете учитывать значения $L_{доп}$ и $L_{макс.д}$

В ходе расчетов получено, что при предложенных значениях неточности угла наведения θ_n эффективная мощность передатчиков ЗС С и Ку-диапазонов равна $P_{пер} = 70 \div 81$ дБ·Вт, $P_{пер} = 71 \div 80$ дБ·Вт соответственно, а

чувствительность приемников ЗС должна быть не хуже чем $P_{np} = -111 \div -102$ дБ·Вт, $P_{np} = -126 \div -109$ дБ·Вт.

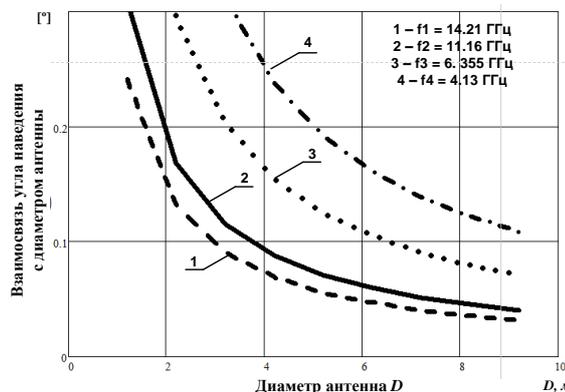


Рисунок 1. Взаимосвязь угла наведения с диаметром антенны

Плотность потока мощности насыщения на входе спутникового ретранслятора (СР) вычисляется по выражению

$$\psi_{пер} = P_{пер} - 20 \log_{10}(d) - 10 \log_{10}(4\pi), \text{ дБВт/м}^2, \quad (6)$$

где d - расстояние между ЗС и спутником.

На рисунке 2 показана рассчитанная взаимосвязь необходимой плотности потока мощности ЗС на фиксированной частоте и диаметра раскрыва антенны для С и Ku-диапазонов соответственно. Предложенные значения являются оптимальными для приемника СР и соответственно для используемого спутника «АНГОСАТ».

Предложенная модификация методики расчета ЛСС, позволила:

- рассчитывать энергетический запас на дожди (не менее 12 дБ для спутника «АНГОСАТ»);
- определять угол неточности наведения антенн на спутник, обеспечивающий допустимые потери мощности (для спутника «АНГОСАТ» 0.18 - 0.2°).

Как отмечено во введении, расчеты по ослаблению сигналов из-за дождей для конкретных климатических условий Республики Анголы пока не проводились. Поэтому для спутниковых линий, работающих на частотах выше 10 ГГц вероятность возникновения замираний $B(Z > V | a > A_{0.01\%})$ и их длительности можно рассчитать в зависимости от рабочей частоты, угла места и допустимого порога уровня замираний. В работе показано, что замирания длительностью

менее 10 с не вносят значительного вклада в общее время нарушения связи. Поэтому особый интерес представляют замирания длительностью больше 10 с.

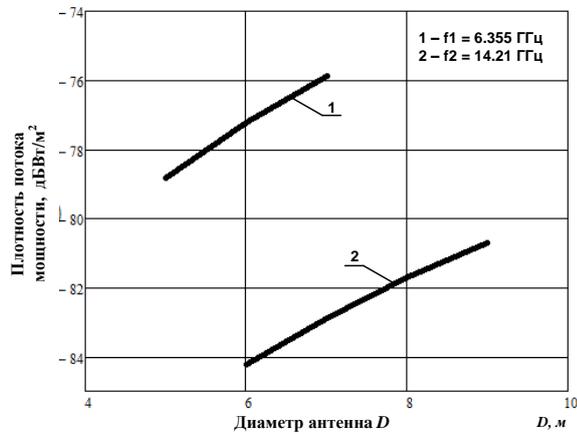


Рисунок. 2. Плотность потока мощности ЗС

Вероятность возникновения событий замираний определим как

$$\text{Для } V > J \quad B(Z > V | a > A_{0.01\%}) = J^{-\gamma} \cdot \frac{Q\left(\frac{\ln(V) - \ln(W)}{\sigma}\right)}{Q\left(\frac{\ln(J) - \ln(W)}{\sigma}\right)}. \quad (7)$$

Число событий замираний можно рассчитать по выражению

$$N(V, A_{0.01\%}) = B(Z > V | a > A_{0.01\%}) \cdot T_{tot}(A_{0.01\%}) \cdot \frac{k}{\gamma} \cdot \frac{1 - \gamma}{J^{1-\gamma}}. \quad (8)$$

В выражениях (7) и (8): $A_{0.01\%}$ - ослабления сигнала в 0,01% времени года при местных климатических условиях; γ - показатель функции распределения замираний; $T_{tot}(A_{0.01\%})$ - предложенное суммарное время наблюдения замираний на трассе связи; J - граница между длительностями замираний, Q - интегральная функция распределения для нормально распределенной переменной; V - длительностью замирания; W - средняя длительность замираний; σ - стандартное отклонение логарифмически нормального закона распределения замираний; k - замирания длительностью меньше, чем J ; Z - порог длительности замираний; a - порога затухания.

На рисунке 3 показаны графики вероятности возникновения замираний длительностью более 10 с и число таких замираний. Для большинства ЗС страны

появление замираний длительностью 10 с не превышает 314 событий, но замирания, длящиеся менее 10 с, тоже влияют на нарушение связи. Расчеты показывают, что при изменении места расположения ЗС количество глубоких замираний может сильно меняться.

В результате расчетов сделан вывод, что наиболее неблагоприятными с точки зрения необходимого запаса энергопотенциала является ЗС в г. Зайре, а по вероятности появления глубоких замираний ЗС в г. Намибе. Хотя в г. Зайре оказалось высоким значение интенсивности дождей, расчеты показали, что угол места компенсирует количество длительных замираний. Для С диапазона энергетический запас должен быть от 0.7 до 1.5 дБ, для Ку диапазона при ясном небе от 0.25 до 7 дБ, а под влиянием дождей от 12 до 19 дБ. Отметим, что для всех ЛСС на полосе частот С из-за малого ослабления сигнала предложено, что систему можно проектировать всего лишь с 1.5 дБ энергетического запаса.

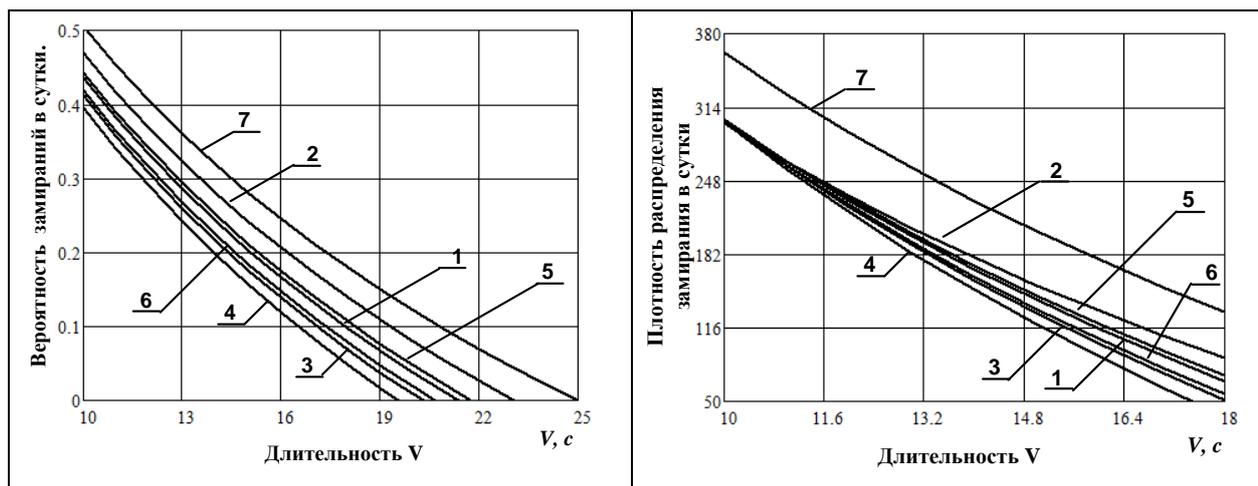


Рисунок 3. Вероятность возникновения замирания и плотность распределения замирания

1 – г. Луанда; 2 – г. Бенгела; 3 – г. Южная Лунда; 4 – г. Зайре; 5 – г. Куандо Кубанго; 6 – г. Бие; 7 – г. Намибе

Полученные в работе результаты модификации методики расчета ЛСС дают возможность оценить влияние замираний и вероятности их возникновения на трассе спутниковой связи для выбранного города, а также оценить число событий глубоких замираний.

В этой же главе исследовались вопросы реализации каналов телевидения. По полученным результатам, из-за ослабления сигнала вследствие дождя и увеличения дополнительного теплового шума ($G-T$) чувствительность телеприемника уменьшается от 13.56 до 10.5 дБ/К. При этом минимальное

значение отношения энергии бита к спектральной мощности шума составляет 10.97 дБ.

В третьей главе предлагается разработка структуры взаимосвязанной инфотелекоммуникационной сети Республики Ангола, разработка алгоритма и синтез программного обеспечения для расчета линий спутниковой связи с учетом местных климатических условий.

Проведенный анализ показал, что структура существующей в Анголе ССС нерациональна, потому что в свое время она была спроектирована для решения задач, связанных с гражданской войной и нефтяной деятельностью и невязанна с другими наземными сетями. Поэтому предложена структура взаимосвязанной национальной инфотелекоммуникационной сети Республики Ангола, показанная на рисунке 4.

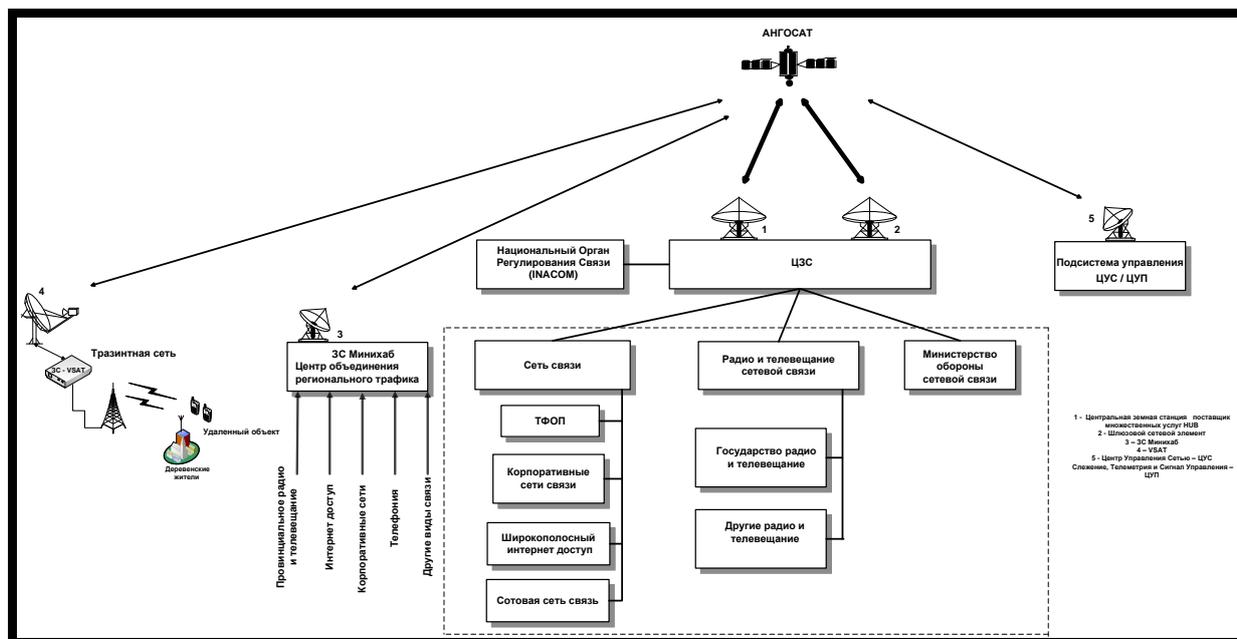


Рисунок 4. Разработка структуры взаимосвязанной инфотелекоммуникационной сети Республики Ангола

Для разработки ССС, одним из важных вопросов является выбор места, где будут установлены ЗС. Установка приемно-передающих ЗС во всех провинциях страны неэффективна, так как нет достаточного частотно-энергетического ресурса (ЧЭР) чтобы идти по этому пути. Поэтому для ЗС кроме столицы были выбраны три провинции, а именно Бенгела, Заире и Южная Лунда. На рисунке 5 показана топология НССС и ее разделение на национальную, региональную и местную.

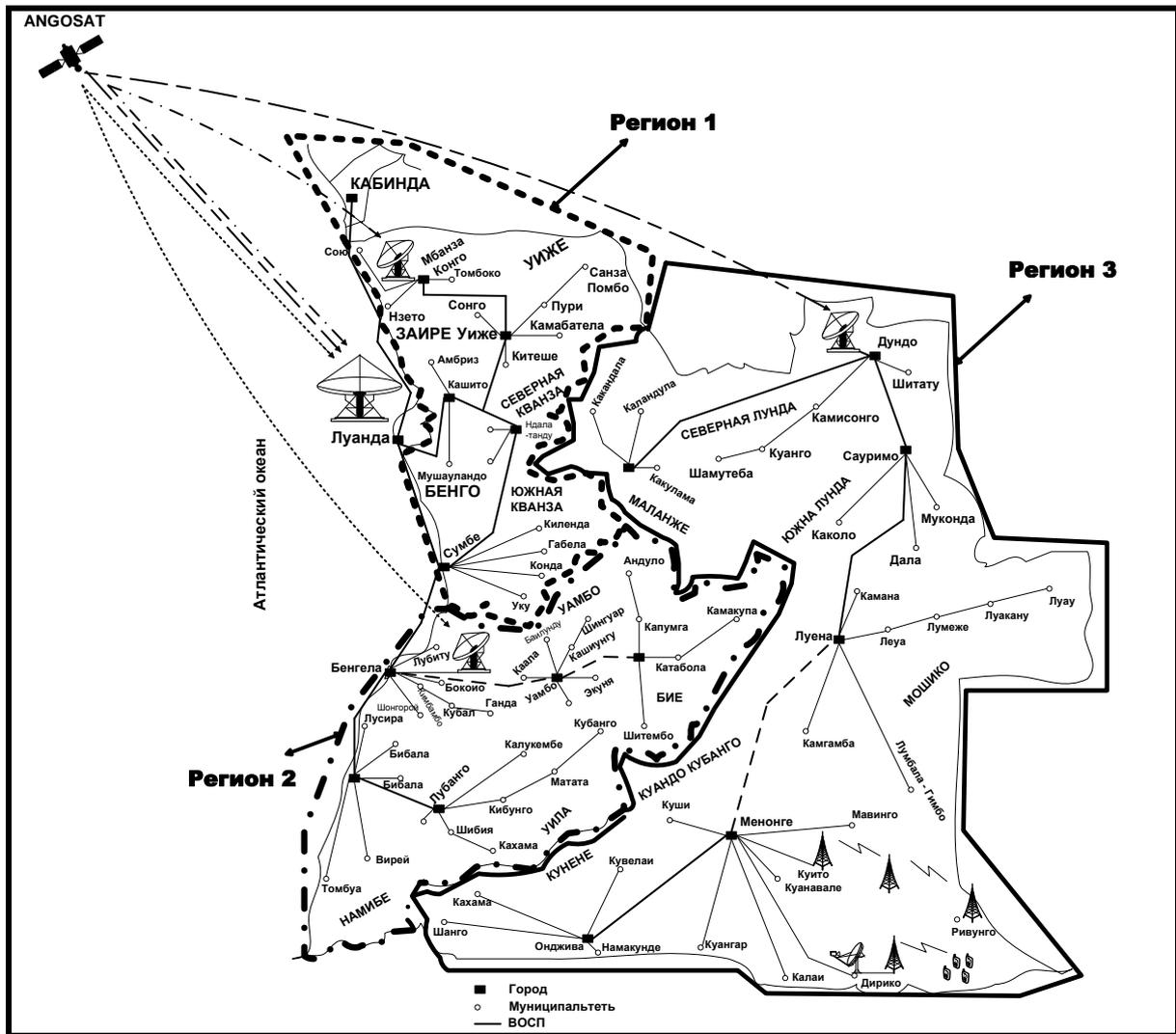


Рисунок 5. Топология НССС.

При таком делении территории в наземном сегменте будет одна ЦЗС и три минихаба (мини ЦЗС), которые будут принимать трафик от муниципалитетов и городов, потом передавать к спутнику, что приведет к снижению количества скачков и уменьшит задержку сигнала.

Такая сеть позволит соединить провинции, а объединение трех региональных сетей создаст национальную ССС с соединениями между поселками, муниципалитетами и минихабом через кабель или по наземным радиоканалам.

Предложенный метод расчета ЛСС написан в виде шагов. Каждый шаг представляет определенное количество вычислений или определений значений параметров линии. На рисунке 6, приведен обобщенный алгоритм решения задачи вычисления параметров ЛСС с учетом местных природных условий.

Ввод данных. На этом этапе осуществляется ввод статистических значений, далее проводятся последовательные вычисления параметров диапазона C и K_u по определенному методу в последовательности.

Вывод данных или полученных параметров является заключительным этапом решения задачи расчета параметров ЛСС, где окончательно определяются рассчитанные значения параметров.

Через разработанную программу на ЭВМ можно просмотреть все значения параметров. На основании алгоритма (рис. б), разработана программа для расчета параметров ЛСС. Программа разработана на языке $C\#$ на фреймворке .NET (Framework 4.5).

Стоит отметить, что организация архитектуры программы с помощью объектно-ориентированного подхода считается удачным решением, поскольку методы расчета параметров для различных типов систем в большинстве являются едиными. Используя подход наследования классов, удалось создать расширяемую систему типов и исключить дублирование методов расчета, что в конечном итоге положительно сказалось на надежности, тестопригодности, а также расширяемости приложения.

Если методы расчета для конкретных типов систем отличаются, то не составляет труда в конкретном классе-наследнике определить специализированный метод расчета, при этом зависимые алгоритмы в системе автоматически правильно выберут соответствующий алгоритм расчета.

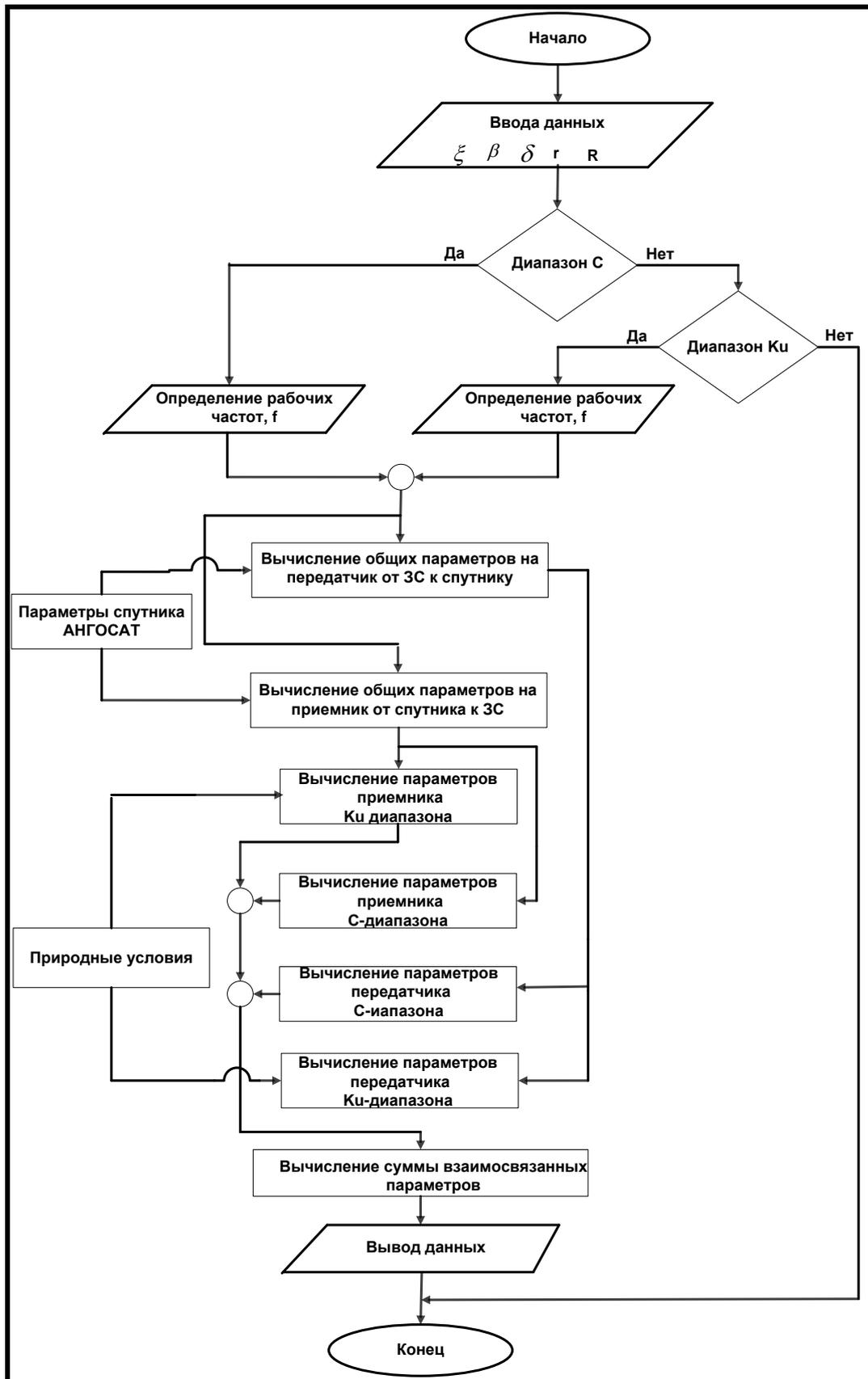


Рисунок 6. Алгоритм последовательного вычисления параметров ЛСС с учетом местных природных условий Республики Ангола

ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ РАБОТЫ

1. На основании проведенного анализа предложена структура, топология и диапазоны частот для НССС Республики Ангола;
2. Модифицирована методика расчета ЛСС для учета климатических условий Африки;
3. Предложен алгоритм расчета ЛСС и реализующее его программное обеспечение;
4. Определен допустимый угол неточности наведения антенн ЗС и спутника, не превышающий 0.2 градуса;
5. Определено ослабление сигнала на ЛСС из-за интенсивных дождей. Например для ЛСС г. Луанда - г. Зайре ослабление сигнала Ку диапазона составит от 13 до 20 дБ, а отношение снизится с 18 до 4 дБ;
6. Найдены вероятности появления замираний из-за дождей с учетом их длительности;
7. Рассчитаны параметры ЛСС Республики Ангола и определен необходимый запас энергопотенциала на замирания, составляющий 1,7 дБ для С диапазона и до 12 дБ для Ку диапазона.

ПУБЛИКАЦИИ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ:

Публикации в изданиях, рекомендованных ВАК:

1. Жоау Амару. Оценка замираний сигнала на линиях спутниковой связи Республики Ангола / Жоау Амару, А.Г. Самойлов // Проектирование и технология электронных средств. – 2014. – №2. – С. 19–25. (70%).
2. Жоау Амару. Имитация многолучевых каналов передачи информации / Альшдайдэх А., Жоау Амару, А.Г. Самойлов, С.А. Самойлов // Проектирование и технология электронных средств. – 2014. – №2. – С. 12 – 18. (20%).

3. Жоау Амару. Егоров А.В. Повышение помехоустойчивости низкоскоростного кодера речи / Жоау Амару, А.В. Егоров. // Вестник РГРТУ. – 2013. – Вып. №46 – С. 138 – 141. (70%)

Публикации в остальных изданиях:

4. Жоау Амару. Построение линии связи через геостационарный спутник / Жоау Амару, А.Г. Самойлов // X МНТК «Перспективные технологии в средствах передачи информации». – Владимир, 2013, т.1. – С. 103 – 105. (80%).

5. Жоау Амару. К разработке системы спутниковой связи для Республики Ангола / Жоау Амару, А.Г. Самойлов // 69-я Научно-техническая конференция НТО РЭС им. А.С. Попова // Санкт-Петербург, 2014. – С. 6 – 7. (70%).

6. Жоау Амару. Выбор угла наведения антенны для линии спутниковой связи С-диапазона / XVII Всероссийская научная конференция студентов-радиофизиков. – СПб. – 2014. – С. 10 – 12. (100%)

7. Жоау Амару. Алгоритм дистанционной медицины через спутник АНГОСАТ/ Жоау Амару, А.Г. Самойлов // 11 МНТК «Физика и радиоэлектроника в медицине и экологии». – Владимир: 2014, кн.1. – С. 384-387. (80%).

8. Жоау Амару Альшдайдэх А. Имитация сигналов источника цифровых сообщений / Жоау Амару., Альшдайдэх А., А.Г. Самойлов, С.А. Самойлов, // 11 МНТК «Физика и радиоэлектроника в медицине и экологии». – Владимир: 2014, кн.1. – С. 229-230. (20%).

9. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ: «Программа расчетов параметров ЛСС с учетом местных климатических условий Республики Ангола»: Свидетельство Российской Федерации / Жоау Амару, А.Г. Самойлов; заявитель и правообладатель ФГБОУ ВПО «Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых» - (ВлГУ).

Подписано в печать 09.07.2015

Формат 60x84/16. Усл. печ.л. 0,9. тираж 100 экз.

Издательство Владимирского государственного университета
имени Александра Григорьевича Григорьевича Столетовых.
600000, Владимир, ул. Горького, 87.