

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ
КАЗАХСТАН

Некоммерческое акционерное общество
«АЛМАТИНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ЭНЕРГЕТИКИ И СВЯЗИ»

Кафедра Телекоммуникационные системы
«ДОПУЩЕН К ЗАЩИТЕ»

Заведующий кафедрой проф. к.т.н. Байенов А.С.
(ученая степень, звание, Ф.И.О.)
« » 201 г.
(подпись)

ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ

На тему: Проектирование сети сотовой связи
стандарта CDMA-450 в Карасайском районе
Алматинской области

Специальность БВ071900 - Радиотехника, электроника и телекоммуникации
Выполнил(а) Мансуптанов Жан (Ф.И.О.) Группа МЭС-13-7

Научный руководитель _____
(ученая степень, звание, Ф.И.О.)

Консультанты:

по экономической части:

доцент Боканова З.И.
(ученая степень, звание, Ф.И.О.)
«30» 05 2016 г.
(подпись)

по безопасности жизнедеятельности:

ст. преп. Космиев А.С.
(ученая степень, звание, Ф.И.О.)
«30» мая 2016 г.
(подпись)

по применению

вычислительной техники: к.т.н, ст. преп. Верасова Ю.И.
(ученая степень, звание, Ф.И.О.)
«08» июня 2016 г.
(подпись)

Нормоконтролер: Демидова Т.Д. ст. пр. 16
(ученая степень, звание, Ф.И.О.)
«13» июня 2016 г.
(подпись)

Рецензент: _____
(ученая степень, звание, Ф.И.О.)
« » 201 г.
(подпись)

Алматы 201__

Некоммерческое акционерное общество
АЛМАТИНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ЭНЕРГЕТИКИ И СВЯЗИ

Факультет Радиотехники и связи
Специальность 5В3071300 - Радиотехника, электроника и телек.
Кафедра Телекоммуникационных систем

ЗАДАНИЕ

на выполнение дипломного проекта

Студент Нанасултанову Улану
(фамилия, имя, отчество)

Тема проекта Проектирование сети сотовой связи стандарта CDMA-450 в Карасайском районе Алматинской области

утверждена приказом ректора № 148 от «19» 10 2015 г.

Срок сдачи законченной работы «25» 05 2016 г.

Исходные данные к проекту требуемые параметры результатов проектирования (исследования) и исходные данные объекта

Мощность передатчика БС 30 Вт Коэф усиления
передатчика антенн 10 дБ диапазон частот
460-470 МГц длина фидера передатчика БС 60м
Карасайский район население 58 418 человек

Перечень подлежащих разработке дипломного проекта вопросов или краткое содержание дипломного проекта:

- 1) Теоретические сведения по проектированию
сотовой сети
- 2) Проектирование сети сотовой связи в
Карасайском районе
- 3) Описание технических характеристик
оборудование
- 4) Выбор оборудования
- 5) Исследование структуры сотовой связи
стандарта CDMA-450
- 6) Расчет сел. параметров
- 7) Безопасность жизнедеятельности
- 8) Экономическая часть работы

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей)

1. Блок-схема на сайте habrhabra.ru
2. Сх. Аутентификации мобильного запроса
3. Схема структуры подсистемы базовой станции ZXC10 - BSS
4. Архитектура системы ZXC10 - MSC/VLR
5. Аппаратные средства системы
6. Внешние интерфейсы системы ZXC10
7. Структура сетевой сети

Рекомендуемая основная литература

1. Блог на сайте habrhabra.ru о структуре сетевой связи CDMA-450
2. Статья о внедрении CDMA-450 в малонаселенные пункты в РФ
3. Гомбидзе Г.С., Соколов И.А. Сети связи Учебник для вузов - СПб.: БХВ Петербург
4. Гомбидзе Г.А., Жигульков Г.М. Мобильная связь М.: Радио и связь, 2010

Консультанты по проекту с указанием относящихся к ним разделов

Раздел	Консультант	Сроки	Подпись
БМНД	Бешинбетова	30.05.16	
Многоч. часть	Голанова Г.И.	30.05.16	
Всего Техника	Игорь Бордюков	01.05.16 - 30.05.16	

ГРАФИК

ПОДГОТОВКИ ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТА

[illegible]

Дата выдачи задания « » _____ 20__ г.

Заведующий кафедрой _____ (подпись) _____ (Фамилия и инициалы)

Руководитель _____ (подпись) _____ (Фамилия и инициалы)

Задание принял к исполнению студент _____ (подпись) _____ (Фамилия и инициалы)

Аннотация

В дипломном проекте рассматривается вопрос проектирования многоканального телекоммуникационного покрытия сети на технологии CDMA 450 в Карасайском районе Алматинской области. Изучен ряд документации производителя оборудования с описанием технологии, касающихся техническим параметрам базовой станции, основные функции и характеристики, внутренние интерфейсы и соответственно произведены расчеты зоны покрытия надежности оборудования и зоны покрытия.

В разделе безопасности выполняется занулевопросные оборудования, а также рассматривается вопрос обслуживания и эксплуатации проектируемой беспроводной системы.

В экономическом разделе произведён расчет экономической эффективности и срок окупаемости, включая прибыль и годовой эксплуатационный расход

Аңдатпа

Дипломдық жұмыс жобасында Алматы облысының Қарасай ауданы CDMA 450 технологиясын ендіру бойынша көп арналы телекоммуникациялық желісінің зерттейді. Базалық станциясының техникалық параметрлері, негізгі функциялар мен сипаттамалары, ішкі интерфейстерді және, осылайша, жабдықтың сенімділігі және қамту аймағын қатысты технологиясын сипаттайтын жабдық дайындаушының құжаттамасына бірқатар оқыған.

Қауіпсіздік бөлімінде сымсыз жүйесін қызмет және пайдалану мәселесі қарастырылды.

Экономикалық бөлімде, экономикалық тиімділігі мен өтелу мерзімі есептелді.

Annotation

The thesis project examines the design of multi-channel telecommunication network coverage on CDMA 450 technology Karasai district of Almaty region. Studied a number of the equipment manufacturer's documentation describing the technology relating to the technical parameters of the base station, the main functions and characteristics, the internal interfaces and thus made payments covering the reliability of equipment and the coverage area.

In the security section, equipment, as well as address the issue of service and operation of the planned wireless system.

In the economic section promoted the calculation of economic efficiency and payback period, including profit and annual operational costs

Введение

На рынке сбыта между операторами связи идёт усиленная конкурентная борьба, с нормальным рыночным отношениям, в связи с этим предъявляется повышенное требование к сетям телекоммуникации. Возникает большая необходимость построение на основе современных технологии, новых существующих качественных сетей телекоммуникации.

За счет оправданного и эффективного малогабаритного многофункционального терминала и частотного ресурса подвижной связи, и освоении новых диапазонов частот сконцентрирован весь процесс развития технологии беспроводной подвижной связи. По сути в теории в основной в сотовой системы является радиоканал т.е. многократное его использование в разной географической точке с использованием технологии частотного разделения (частотное уплотнение) каналов. Зона покрытия (обслуживания) делится на соты, иными словами это шестиугольный абстрактный сегмент, при этом одну и ту же частоту использовать могут две несмежные соты, а размещение абонентов зависит от размера соты.

Активное развитие средства подвижной сетей связи, поспособствовала технология кодирования и цифровая обработка сигнала. FDMA технология (аналоговая система подвижной сотовой связи) отошла назад, а на смену в результате пришли цифровые системы, начала использования технологии CDMA и TDMA.

Со временем когда полностью развилась городская сотовая связь, встал вопрос о сельской местности т.е. её развитии. Внедряемые новые технологии и общий анализ состояние сети связи позволил предложить развитие сельской телефонной связи в следующих направлениях. Обладая рядом уникальных свойств технология CDMA – 450, это своего рода СПС (система подвижной связи) которая обеспечивает одновременно стационарную связь с маленькой плотностью для населенного пункта. Одна из таких свойств – эффективное использование спектра в мобильной сети, максимальная из всех существующих, что в условиях ограниченного частотного ресурса это очень важно. Это даёт возможность на снижение затрат в развертывании сети, и безусловно снижение тарифа и обслуживание для абонентов с более гораздо низким доходам, чем в городской местности. Данная технология CDMA – 450 позволит нам увеличить значительно саму зону обслуживания, если учесть достаточно большую территорию а также маленькой плотности абонентов.

Данный дипломный проект посвящен вопросу проектирования сети сотовой связи стандарта CDMA 450 в Карасайском районе Алматинской области.

1 Анализ и обзор технологий применяемых для сетей сельской связи

1.1 Развитие сельской телефонной связи

Из-за низкого уровня платёжеспособности населения, проблема напрямую связана с убыточностью, т.е. создание и развитие инфраструктуры сельской сети обусловлена колоссальными затратами на эксплуатацию и развитию.

В области телекоммуникации один из сложных вопросов в данное время является именно телефонизация сельской местности. На 100 жителей примерно 10 подключений, такова средняя статистика телефонной плотности в сельской местности

Построение беспроводной переговорный пункт (ПП) является одним из возможных направлений. Но для телефонизации маленьких деревень такие пункты не подходили из-за своих эксплуатационных расходов, даже не смотря на надежность, высокую эффективность и удобства расчетов с абонентами. Следующие условия необходимо было обеспечивать для особо прибыльного переговорного пункта в деревни:

- от дохода порядка 2% должны составлять расходы эксплуатационные;
- наём телефонистов и организация не должна арендовать помещение ;
- должно быть обеспечено отсутствие дебиторской задолженности и замыкание трафика на районный центр;
- финансирование проекта.

Для более масштабного проекта, данный приобретенный опыт при его создании с успехом был использован.

На 6 номеров мини – АТС были установлены в населенных пунктах, а NMT – 450 сотовый радиотелефон выполнял роль соединительной линии, военно-полевым же кабелем производили разводку проводных телефонов. Но, за оказанные услуги невозможно было найти более эффективного сбора оплаты и способ учета, это и являлось недостатком такого решения.

Следующая разработка стала биллинговая программное обеспечение. К слову воровать их было бессмысленно, так как она мне могла работать в другом месте из за привязки к определенной деревушки и сельский ПП в итоге стал состоять из сотового радиотелефона. Для совершение звонка с помощью радиотелефона, абоненты набирали нужный им номер. Затем на систему сервисных телефонных карт (СТС), маршрутизировался сам звонок, далее по пин-коду абонент проходил аутентификацию. Система сама подключает абонента по нужному номеру, в случае если на ней есть деньги и в системе карта с данным пин-кодом существует. На 5 тысяч абонентов система СТС может взаимодействовать с любыми типами коммутаторов и стандарта CDMA – 450, GSM – 900, NMT – 450 и устанавливалась в областном центре .

Главное что помогает оптимизировать тарифы и маршрут исходящего звонка, это второй номер (местного районного центра, пятизначный) который присваивается дополнительно к общему номеру сельского радиотелефона.

1.2 Рекомендации по развитию сельской телефонной связи

Наряду с телефонными протоколами, для расширения списков предоставляемых услуг, необходимо сочетать принципы коммутации каналов с коммутацией пакетов и протоколы передачи данных.

Необходимо максимально использовать весь опыт цифровизации ГТС и сотовых сетей, при выборе принципа развития СТС. Основными вариантами внедрения цифрового оборудования могут быть:

- организация наложенной сети и унификация системы сигнализации, используемой в «наложенной сельской сети», с системой сигнализации, принятой на ГТС;

- постепенная интеграция сельской телефонной связи с городской телефонной связью райцентра, приводящая к построению единой сети;

- в данное время многие регионы вводят системы передачи со спектральным уплотнением (DWDM), внутризоновые цифровые сети на основе ВОЛС и аппаратуру синхронной цифровой иерархии (SDH).

Основной задачей СТС является телефонизация. Нетрадиционность подходов должна заключаться в том, что новые технологии с их ориентацией на дополнительные услуги должны, в первую очередь, разрешить проблему телефонизации, одновременно предоставляя новое качество услуг связи.

Для строительства сети, монтажа и обслуживания современных линий и систем связи сельская местность представляет собой сложную среду:

- ненадежность энергетической сети требует использования систем с малым потреблением электроэнергии;

- необходимость использования коммутационных станций и систем передачи, построенных по модульному принципу (для снижения первоначальных капиталовложений).

- неблагоприятные климатические и географические условия предъявляют повышенные требования к надежности работы сети;

- рассредоточенность оборудования вызывает необходимость в дистанционном техническом обслуживании;

Следующие направления развития СТС можно предложить, анализируя состояния сетей связи РК:

1. Использовать технические решения, применяемые для развития ГТС, для группы абонентов, которые желают пользоваться повышенным уровнем услуг.

2. В рамках сельского района, обеспечить для абонентов услуги мобильной связи DECT. Разместив при этом пункты коммутации услуг (SSP) интеллектуальной сети (ИС) на ЦС, входящей в ИС округа и связанной с одной или несколькими пунктами управления услугами (SCP).

3. Цифровизацию существующих медных линий, использование радиорелейных линий в качестве соединительных оптических линий

4. Сельскую телефонную связь целесообразно развивать путём расширения емкости сети за счет преимущественного внедрения средств

радиодоступа с возможной интеллектуализацией центральной станции (ЦС). На абонентском участке предлагается использовать технологии DECT и CDMA. Некоторые не очень удаленные от города сельские населенные пункты могут частично попадать в зону покрытия сотовой связью.

В качестве систем подвижной связи (СПС), обеспечивающей одновременно и стационарную связь для населенного пункта с очень низкой плотностью, должна стать технология CDMA – 450, обладающая рядом уникальных свойств. В числе таких свойств – максимальная из всех существующих технологий мобильной связи эффективность использования спектра, что особенно важно в условиях ограниченного частотного ресурса. Это, безусловно, будет способствовать снижению затрат на развертывание сетей и, в конечном счете, снижению тарифов на обслуживание, что очень важно для сельских абонентов с гораздо более низкими доходами, чем в городе. При малой плотности абонентов и достаточно больших территориях, большой протяженности абонентских линий применение технологии CDMA – 450 позволит значительно увеличить зону обслуживания.

1.3 Сети GSM в удаленных районах

Идея создания мобильных удаленных GSM – станций, равно как и развертывание автономных GSM – сетей с выходом через спутниковые каналы связи на международные телефонные линии, уже давно волнует многих производителей оборудования и самих операторов связи.

Совместная разработка шведских компаний SWE DISH Satellite Systems AB и Ericsson AB прошла успешное опытно – эксплуатационное испытание в районе, где была развернута автономная GSM – сеть на 5000 абонентов с одной головной станцией, имеющей спутниковую приемопередающую станцию Ku – диапазона. Население имело возможность связываться с любым абонентом внутри сети и за ее пределами, не меняя привычных телефонных номеров своих GSM – операторов.

Есть два способа исполнения гибридных спутниковых GSM – платформ. Вариант первый (рисунок 1.1) GSM (Autonomous GSM Satellite System), пакеты входящего и исходящего трафика коммутируются непосредственно в точках развертывания мобильных комплексов, а коммутирует пакеты в стандартную телефонную сеть (PSTN/PLMN), Центральная спутниковая земная станция. Емкость такой сети способна обслужить до 1000 абонентов. Станция полностью соответствует мировым стандартам сети GSM 900/1800 МГц.

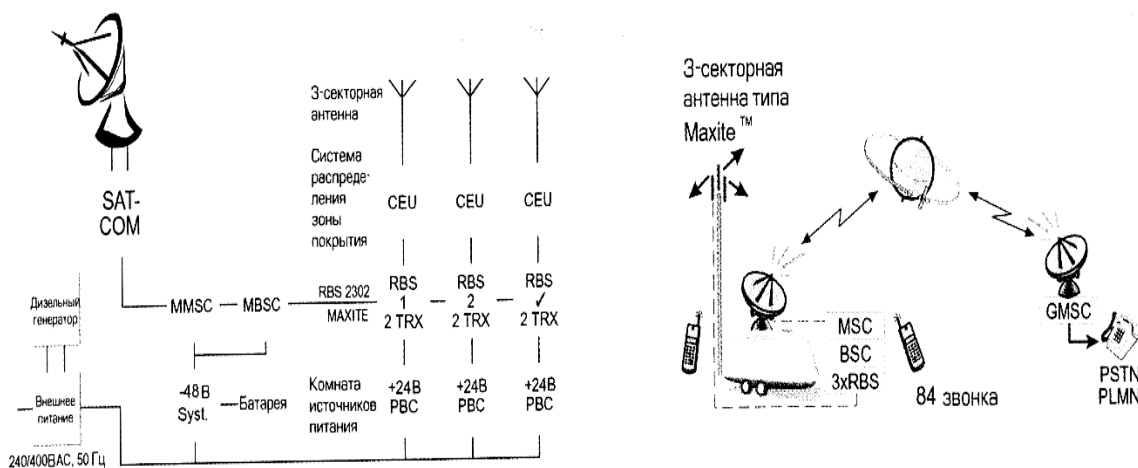


Рисунок 1.1- Автономная GSM – спутниковая сеть

Второй вариант (рисунок 1.2) развертывает удаленные узлы связи GSM оператора Remote RBS Satellite System, и цифровые пакеты коммутируются в стандартную телефонную сеть (PSTN/PLMN), происходит это по спутниковым каналам связи после передачи цифровых пакетов на Центральной земной станции. Одновременно может обслужит 84 абонента. Данное решение является составной частью действующей сети оператора GSM, но не исключает возможности подключения абонентов других сетей, находящихся в роуминге в данной географической зоне или пользующихся специальными картами доступа, которые разработаны для проведения отдельно взятых операций.

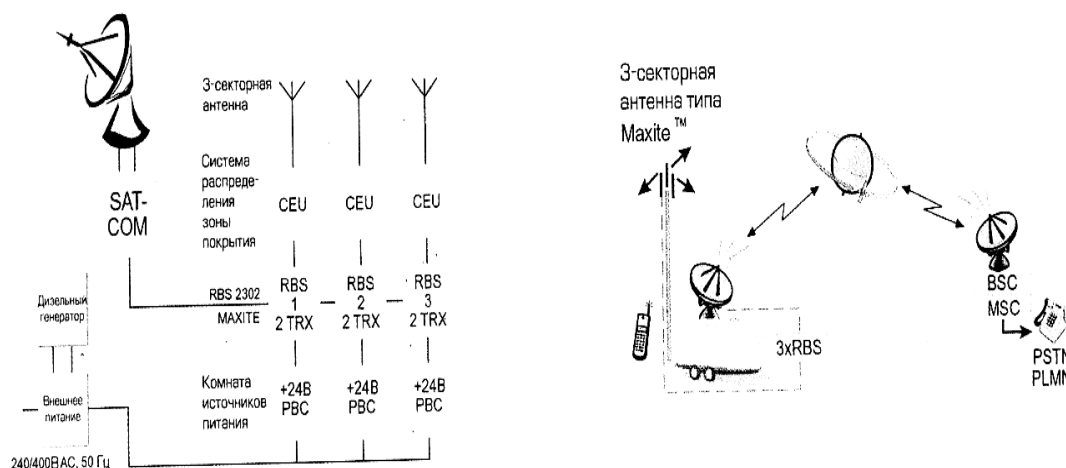


Рисунок 1.2 Удаленная GSM – спутниковая сеть

1.4 IMT - MC - 450 в Республике Казахстан

IMT MC (Международная Mobil Телекоммуникации Мульти Carrier) - Международная мобильная телекоммуникационная система нескольких носителях на основе технологии множественного доступа, канал с кодовым

разделением каналов CDMA (Code Division Multiple Access). Разновидностью этой системы, ориентированная на работу в полосе частот 450 МГц.

Использование технологии CDMA в телекоммуникационных системах в связи с рядом его преимуществ. Эти преимущества включают в себя:

- высокая эффективность использования частотного спектра (Эрл / км²);
- высокая помехоустойчивость системы, и таким образом. И высокое качество передаваемых сообщений во время действия помех;
- эффективное функционирование в условиях многолучевого распространения сигналов путем обработки полученных отдельных пучков, а затем объединяя их. Это увеличивает отношение сигнал / шум и, следовательно, повысить безопасность системы;
- частотное планирование не требуется, так как все базовые станции работают на одной несущей частоте и повторного использования частот, равным единице. Тем не менее, необходимо, чтобы обеспечить желаемый баланс мощности сигнала, чтобы не превышать уровень помех в системе;
- он обладает упругими свойствами, что позволяет более легко перераспределить частоты и технические ресурсы;
- возможность увеличения пропускной способности системы;
- низкий уровень излучаемой средней мощности системы, что обеспечивает высокую электромагнитную совместимость;
- наибольший абонентский терминал окружающей среды из-за его низкой излучаемой мощности;
- максимальная секретность и конфиденциальность передачи сообщений посредством использования радиосигнала с большой базой сжатия.

Эти преимущества технологии CDMA были основным стандартом аргументом продвижения IS - 95 на рынке мобильной связи, а также решение Международного союза электросвязи (МСЭ), как наиболее перспективной системы, утвержденной в качестве основы для сотовой связи систем третьего поколения.

CDMA, особенностью технологии является то, что ширина спектра излучаемого радиоэлектронного средства (ХРС), составляет 1,25 МГц на носитель. Такая система радиосвязи называется широкополосным и частотно - территориальное планирование сильно отличается от планирования узкополосных систем.

Для обеспечения системы работы РЭС ИМТ - МС - 450, только один шумоподобных каналов (ШПК) требуемой, непрерывной участки спектра составляет не менее $2 \cdot (1,25 + 2 \cdot 0,26) = 2 \cdot 1,77$ МГц, требуется определения условий их работы совместно с существующими узкополосными системами. Стоит отметить, что новый этап развития технологии CDMA рассматривается в связи с переходом к системам мобильной связи третьего поколения (3G), что зачастую приводит заочно через CDMA и UMTS технологий.

В сценариях сетей CDMA - 450 влияют следующие факторы: наличие частотного спектра, эффективность технологии, спрос на услуги и некоторые другие аспекты реализации инвестиционного проекта высокотехнологичного.

Элементы конкурентных преимуществ технологии CDMA являются:

- эффективное использование радиочастотного спектра;
- возможность устойчивой передачи данных на высоких скоростях (около 80 кбит / с);
- способность быстро и недорого CDMA модернизировать сети CDMA от конфигурации CDMA 1X в конфигурационные CDMA EV-DO;
- затраты на строительство сети меньше.

1.5 Безопасность CDMA – 450

В целях борьбы с мошенничеством в мобильных сотовых сетях используются криптографические методы, используемых для аутентификации пользователя и защиты сеанса связи путем прослушивания. Схема защиты, предложенный TIA / EIA Ассоциации - 41, принятой в проекте 3G PP2 и работающий в системах CDMA 2000, обеспечивает набор необходимых (обязательных) и рекомендованных (дополнительных) это означает, что при правильном использовании обеспечивается необходимый уровень защиты.

Схема защиты TIA / EIA Ассоциация - 41 был разработан для обеспечения роуминга между услугами - провайдеров, связанных деловым соглашением, но не в полной мере доверяющие друг другу. Эта схема обеспечивает контроль со стороны домашней сети с ограниченным доверием в гостевой сети.

Цифровая абонентская аутентификация CDMA - 450 основана по протоколу запрос - ответ (challenge - response): для предоставления сетевых услуг мобильной абонентской станции в цифровом виде вычисляет ответ на запрос, и генерируется случайным числом, переданным ему сетью. Ответ вычисляется с использованием уникального секретного ключа, хранимого в мобильном телефоне и в сети. Этот ключ представляет собой конкретный 64-разрядный случайный ключ и называется [A-KEY]; она вводится заранее в мобильное устройство и хранится в хорошо защищенной записи абонентской базы данных в домашней системы центра аутентификации[HLR / AC]. Секретный ключ является невидимым для пользователя, никогда не передаётся эфиром. Проверка сетью правильности ответа мобильного устройства и составляет сущность аутентификации

Заклученные между соглашений поставщиками услуги позволяют выборочно разделить ограничения ответственность за аутентификацию, не раскрыв ключа A-KEY. Для защиты ключа A-KEY на его основе рассчитывается "вторичный" ключ SSD [Shared Secret Data]. Ключ SSD может использоваться совместно с надежными системами поэтому вычисление ответа можно поручить гостевым сетям..

В то же время новый гость регистрируется с помощью HLR / AC Auth-только первый раз, и все последующие запросы на обслуживание в системе

будет аутентифицироваться на локальных уровнях. Схема такая доказала свою эффективность и надёжность. Ключ SSD периодически обновляется спец домашней команды системы (HLR / AC), и он тоже уникальный для каждого пользователя, как ключ A-KEY. Процедура вычисления ключа SSD называется обновление SSD показана на рисунке 1.4.

HLR / AC инициирует процесс обновления, отправляя новый запрос на рандомный RANDSSD сотовый телефон

$$SSD = F(RANDSSD, A-KEY, ESN),$$

SSD ключ разделяется на два 64-разрядных вторичных части: SSD_A, используется для аутентификации и SSD_B - для конфиденциальность. SSD ключ вычисленный хранится в HLR / AC и MC (мобильная станция) и может совместно использоваться через гостевой регистр.

Во время операции обновления ключа SSD для защиты от несанкционированного перепрограммирования мобильная станция также запрашивает регистр HLR/ AC, передавая случайное число RANDBS, после чего сеть вычисляет и передает ответ AUTHBS, базирующийся на заново вычисленной части SSD_A:

$$AUTHBS = f(RANDBS, SSD_A, ESN).$$

После проверки мобильной станции AUTHBS и HLR / AC принимают новый ключ SSD и удаляется старое значение.

Технология CDMA - 450 использует два основных метода аутентификации: глобальный и уникальный. В глобальной системе периодически передается изменяемое случайное число RAND [Запрос] на мобильных станций в зоне обслуживания. Номер может быть заменен RAND каждые 5с. При доступ к мобильной системе станция вычисляет короткий (AUTHR) цифровую подпись, подтверждая абонента. Подпись меняется с течением времени и является уникальным (см рисунок 1.5) для каждой мобильной станции:

$$AUTHR = F(RAND, SSD_A, ESN, AUTH_DATA).$$

Другой метод аутентификации абонента - уникальный аутентификация. Сеть посылает случайный уникальный запрос Randu определенной мобильной станции для проверки. Мобильная станция вычисляет AUTHU уникальный ответ и передает его обратно в сеть:

$$AUTHU = F(Randu, SSD_A, ESN, MIN).$$

AUTHU проверяется обслуживаемой системой, а результаты сообщаются домашней системе.

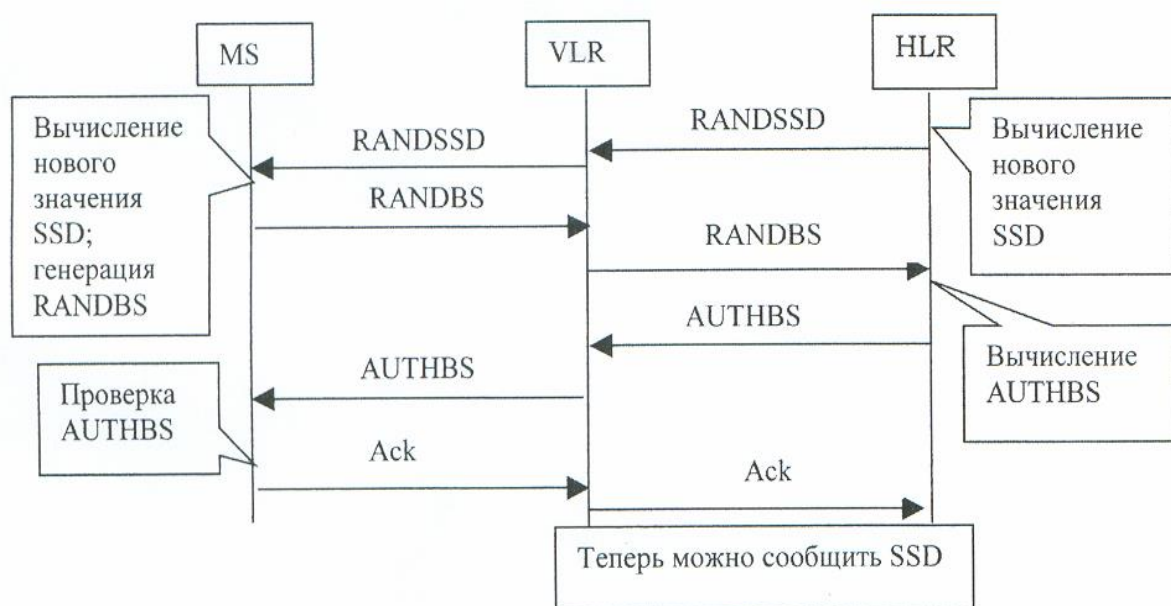


Рисунок 1.4 Процедура обновления SSD

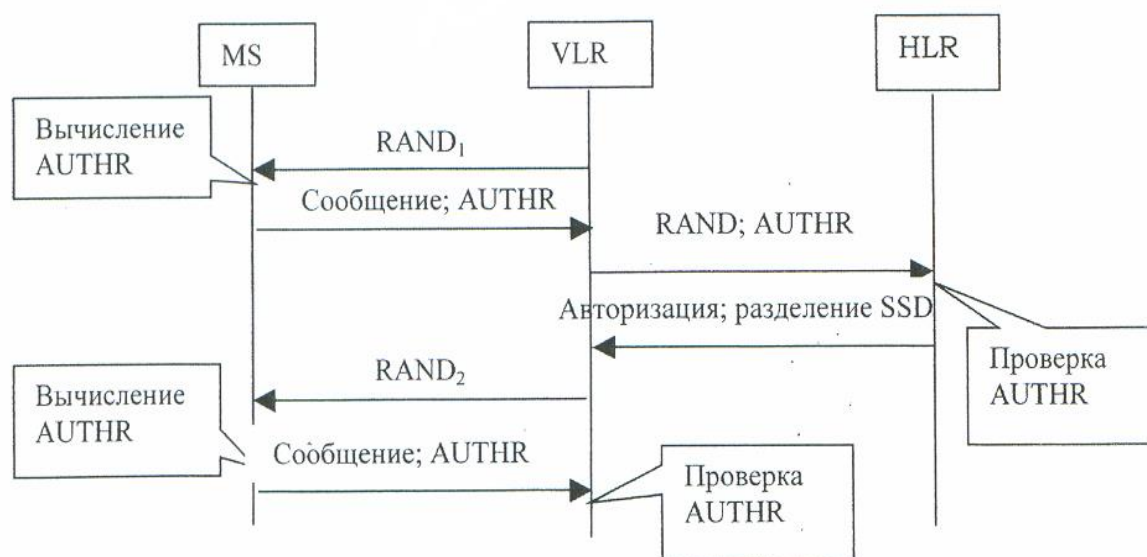


Рисунок 1.5 Аутентификация глобального запроса

Функция f , стандартная для всех операций аутентификации и генерации ключа, имеет название CAVE и представляет собой 64-битный блочный шифр, который использует 64-битный секретный ключ и вычисляет значение 64-битного шифра (шифрованный текст) для 64 – битного оригинального потока (простой текст). Хотя показано, что реальная устойчивость CAVE меньше 64 бит (другими словами, без знания секретного ключа потребуется 2^{64} операции для установления соответствия между 64-битным выходом - шифрованный текст – и 64-битным входом – исходный текст - алгоритма), использование вторичного ключа - SSD - при аутентификации защищает настоящий "основной" ключ A-KEY от алгоритмических атак. Хотя действующий

шие законы и рекомендации TTA запрещают доступ к ключам A-KEY и SSD через порты и разъемы мобильной станции так же, как и любые изменения номера ESN, на рынке существуют мобильные станции, допускающие возможность клонирования путем считывания программного кода и записи его в другой телефон. Однако схема защиты обеспечивает способ для обнаружения такого клонирования. При каждом доступе, кроме подписи аутентификации AUTHR, мобильная станция сообщает величину счетчика вызовов COUNT.

1.6 Потенциальные риски на пути развертывания сетей IMT – MC – 450

Все потенциальные проблемы, с которыми столкнется оператор на пути развертывания сети IMT -MC-450, можно условно разбить на три группы:

- проблемы и риски, связанные со строительством сети;
- проблемы, связанные с эксплуатацией и работой сети;
- проблемы, связанные с развитием сети.

Рассмотрим каждую из этих групп более подробно.

1.7 Проблемы и риски, связанные со строительством сети

Покрытие обеспечивается сетью мобильной связи, это один из важных факторов, определяющих выбор абонента в пользу того или иного оператора.

Известно, что диапазон 450 МГц при использовании CDMA2000 стандарт позволяет использовать меньше количество базовых станций для качества покрытия данной территории. Необходимость ровного, эффективного покрытия зоны охвата, и топология рельефа диктует требования радио аппаратных подсистем, а именно базовых станций. Различные решения для реализации производителя базовых станций позволяет значительно снизить сроки развертывание сети и инвестиции в инфраструктурные проекты.

Временные задержки, возникающие в связи с использованием спутниковых систем связи, может достигать 400 мс. Такие задержки создают проблемы в сети стандарта CDMA и проявляется в резком ухудшении услуг, предоставляемого качества. Готовые решения, а именно специальные алгоритмы компенсируют временные задержки в А и интерфейс А-бис, предложенного поставщиками оборудования, а также может снизить риск услуги непредставление связи к минимуму.

Еще одна проблема - "загрязнённость" диапазона. В настоящее время диапазон 400 - 500 МГц загружен, так как она работает множественных ведомств, почтовых отделений, пейджинговой связи, двусторонней радиосвязи, и так далее. Одно из решений, является использование адаптивных режекторных цифровых фильтров на стороне базовых станций, способные динамически фильтровать вредные помехи. Это сводит к минимуму риск возникновения взаимной интерференции, что приводит к устранению проблем с подключением и качеством разъединения.

Показателем успешной работы сети является постоянный прирост абонентской базы. И наряду с зоной и качеством покрытия необходимо упомянуть еще один важный аргумент - услуги. Сейчас, когда передача голоса и данных не является для абонента решающей в пользу выбора оператора, наличие разнообразных дополнительных услуг сети, предназначенных для различных категорий абонентов, может определить их выбор.

Очередная проблема, с которой сталкивается оператор при эксплуатации сети - это операционные расходы. По статистике, около 30 % всех операционных расходов приходятся на аренду транспортных каналов. И здесь возможность производителя оборудования предоставить готовые решения по минимизации затрат приходится как раз кстати; различные варианты топологии подключения базовых станций, такие как цепь, дерево, звезда, причем возможность использования ресурса 1E1 на несколько базовых станций. Все это позволяет реализовать различные встроенные технологии, например IMA (Inverse Multiplexing over ATM) (рисунок 1.10).

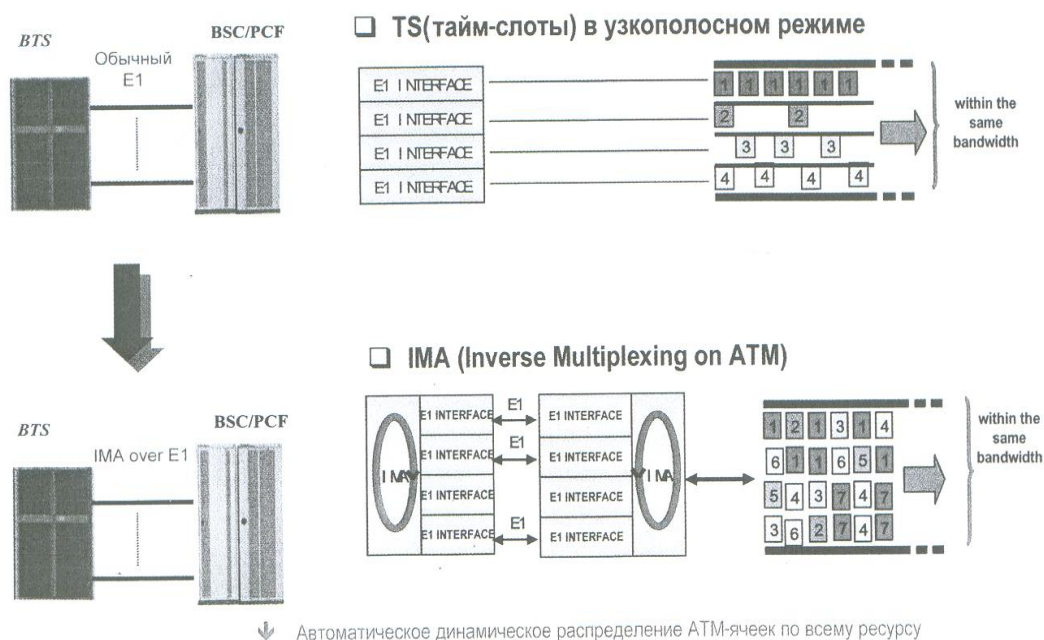


Рисунок 1.10 - Технология IMA

Использование такого рода технологии позволяет не только сократить затраты на транспорт, гарантировать качество услуг (QoS), но и дает задел на будущее развитие сети следующего поколения.

1.8 Проблемы, связанные с развитием сети

Любая сеть требует развития. Оно в свою очередь может определяться как качественное или количественное. Количественное развитие подразумевает численное увеличение элементов сети. Необходимость количественного инфраструктурного развития сети диктует прирост

абонентской базы. В этом случае на первом плане оказываются возможности оборудования: гибкость, масштабируемость, наличие различных решений для пригородных областей, более специфических местностей, таких как автомобильные трассы, аэропорты и вокзалы и тому подобное. Исходя из возможностей диапазона 450 МГц, к использованию доступны три несущие частоты, поэтому при трехсекторной конфигурации базовой станции (S3/3/3) общее количество передатчиков будет составлять 9. Исходя из этого примера, можно уже сегодня оградить себя от проблем, связанных с установкой более одного кабинета и соответствующей периферии, а именно обратить внимание на базовые станции, способные поддерживать в одной стативе девять и более передатчиков TRX.

Бурное развитие новых технологий, которое в свою очередь подталкивает развитие новых услуг, качественно отличающихся от услуг, предоставляемых в сетях 2G, требует новых скоростей передачи данных. В сетях стандарта CDMA 2000 - это технологии EV. Качественное развитие сетей подразумевает переход к следующему эволюционному стандарту, и по уровню капиталовложений этот переход может сравниться со строительством новой сети. Производители телекоммуникационного оборудования уже сейчас закладывают технический потенциал для беспрепятственного перехода к следующему эволюционному стандарту, что значительно сократит будущие капиталовложения в развитие сети.

В заключение можно отметить, что своевременное рассмотрение всех потенциальных проблем и рисков, связанных с развертыванием сетей IMT - MC-450, поможет во многом сократить капиталовложения оператора связи в строительство сети и минимизировать риски, связанные с дальнейшим развитием.

2 Выбор оборудования и разработка структуры сотовой сети

Так как в пилот – проекте осуществляемого в городе Каскелен использовалось оборудование китайской корпорации ZTE, а именно мобильная сотовая система ZXC10-BSS, то в данном дипломном проекте используется именно это оборудование с техническими характеристиками которые описанные ниже .

Скорость частоты расширения подсистемы базовой станции мобильной сотовой связи CDMA ZXC10-BSS достигает 1×1.2288 Мбит/с. Одна несущая занимает полосу частот 1.25 МГц, поддерживает передачу высокоскоростных данных 153.6 кбит/с.

ZXC10-BSS является центральным компонентом (подсистема базовой станции) в системе мобильной цифровой сотовой связи CDMA - 450. Между подсистемой базовой станции и подвижной станцией (MS) предлагается интерфейс UM, а с центром коммутации подвижной связи (MSC) используется интерфейс A. Подсистема базовой станции выполняет функцию

обмена радио информацией с подвижной станцией и поддерживает услуги высокоскоростных пакетных данных максимальной скоростью 153.6 кбит/с.

2.1 Общая структура подсистемы базовой станции ZXC10-BSS

Подсистема базовой станции ZXC10-BSS состоит из двух частей: контроллер базовой станции BSC и приёмопередатчик базовой станции BTS.

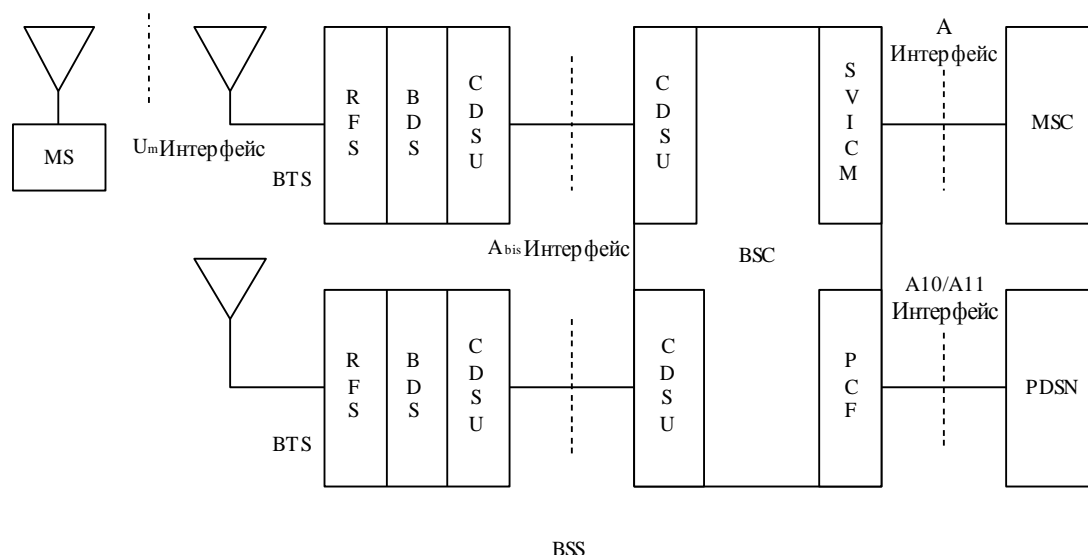


Рисунок 2.1- Схема структуры подсистемы базовой станции ZXC10-BSS

Контроллер базовой станции является частью управления подсистемы базовой станции. Он включает высокоскоростную подсистему маршрутизации HIRS, подсистему искателя/вокодера SVPS, подсистему пакетного управления функцией PCFS, подсистему обработки вызовов CPS, подсистему администрирования базовой станции BSM и подсистему тактовой синхронизации TS. BSC соединяется с BTS с помощью CDSU, соединяет MSC через SVICM, соединяет PDSN через PCF. Эксплуатация и техобслуживание системы BSS осуществляются на стороне BSC. BSC отвечает за управление беспроводными сетями, управление радио ресурсами, управление обслуживанием BSS, обработку вызовов, управление выполнением переключения подвижных станций, осуществление речевых кодирований и поддержку услуг высокоскоростных пакетных данных с максимальной скоростью 153.6 кбит/с.

Приёмопередатчик базовой станции BTS беспроводная часть подсистемы базовой станции, включая цифровую подсистему в полосе первичной группы BDS, подсистему радиочастоты RFS и подсистему тактовой синхронизации TFS. При управлении контроллера базовой станции BTS выполняет беспроводную передачу и соответствующие функции управления. В подсистеме BDS модули через внутренние S_HIRS соединяются с BTS подключаться к местному центру обслуживания для эксплуатации и техобслуживания.

На сторонах BSC и BTS установлено программное обеспечение подсистемы базовой станции ZXC10-BSS, состоящее из нескольких плат аппаратного обеспечения. В программное обеспечение системы входят следующие несколько подсистем: подсистема операционной системы OSS (Operating System Subsystem), подсистема обработки услуг SPS (Service Processing Subsystem), подсистема эксплуатации и техобслуживания OMS (Operation and Maintenance Subsystem) и подсистема базы данных. DBS (Database Subsystem). Модули в этих подсистемах координируют друг друга и вместе совершают разнообразные функции системы.

2.2 Характеристика подсистемы базовой станции ZXC10-BSS

- высокоскоростная пакетная коммутация;
- совместимость с продукцией следующего поколения;
- высокая интегральность: в подсистеме базовой станции ZXC10-BSS в большом количестве применяются передовые элементы;
- высокая надёжность: повышение надёжности системы с помощью уменьшения количества плат, использования способов избыточной конфигурации 1+1 или N+1;
- гибкая конфигурация: кроме того, что, поддерживая традиционные организации сетей, подсистема базовой станции ZXC10-BSS может организовать гирляндное соединение с 6 BTS максимумом. По потребности BTS может конфигурироваться ёмкостью с 1 несущей частоты/1 сектора до 4 несущих частот/3 секторов;
- поддержка богатых услуг: поддержка речевого вызова (поддержка речевого кодирования 8K, 13K, 8KEVRC), тестового вызова (вызов Маркова, вызов Loopback, вызов TDSO), вызова данных, поддержка услуг данных схемы (Асинхронные данные, факс G3) и дополнительные услуги.

2.3 Технические характеристики системы BSS

Подсистема базовой станции ZXC10-BSS имеет следующие основные технические свойства:

- используя сетевую структуру пакетной коммутации, предлагает 192 полнодуплексных порта, скорость каждого порта достигает 9.72 Мбит/с;
- имея функции управления радио ресурсами и мониторинга базовой станции, выполняет управление эксплуатацией и техобслуживанием системы BSS и тестирование базовой станции;
- поддерживая организацию звездообразной, линейной и кольцевой сетей BTS, предлагает функцию гирляндного соединения BTS;
- поддерживает алгоритмы 8KQCELP, 13KQCELP и EVRC, используют высокую способность ослабления фонового шума;
- поддерживает вызов начала MS и MSC или вызов данных, начинающихся с PDSN: поддержка услуг данных канала (Асинхронные данные, факс G3), поддержка услуг высокоскоростных пакетных данных с максимальной скоростью 153.6 кбит/с;

- максимальное число E1 соединений с MSC до 240;
- поддерживает максимум 7200 искателей /вокодеров;
- максимальная возможность обработки трафика достигает 5040 Эрл
- максимальное подключение BTS (базовых станций) – 380 станций;
- пакетные данные поддерживают максимум 40000 PPP;
- плата канала поддерживает общее использование блоков каналов всех секторов одинаковой несущей частоты;
- поддерживать управление мощностью в прямом и обратном направлении;
- поддерживает макросоты, микросоты, пикосоты;
- поддерживает несколько видов мягких переключений: внутреннее мягкое переключение BTS, внутреннее мягкое переключение BSC, мягкое переключение между BSC и BTS;
- удовлетворяет потребности расширения и сокращения района;
- поддерживать функцию управление усилением излучаемой связи TPTL;
- радио интерфейс соответствует требованиям EIA/TIA IS-2000 Release 0 и TSB74;
- поддерживает Band Class 0 (сотовый частотный диапазон 800МГц), Band Class 1 (частотный диапазон PCS 1900 МГц) и конфигурацию частоты Band Class 5 (частотный диапазон 450М).

2.4 Центр мобильной коммутации ZXC10-MSC/VLR

VLR – это регистр местоположения MSC, предназначенный для поиска информации, хранения и обновления абонентских данных терминала MS, перемещающегося в зону обслуживания этого VLR. Этот VLR может располагаться в MSC или может быть установлен отдельно. Если эти объекты объединены друг с другом, то В-интерфейс выполняет функции внутреннего интерфейса.

MSC представляет собой функциональный объект, предназначенный для управления и коммутации в терминале MS, находящемся в зоне его обслуживания, и обеспечения автоматического подключения абонентского трафика между сетью CDMA и другими коммутируемыми сетями общего пользования или другими MSC.

Технические характеристики:

- количество соединительных линий одиночного модуля: 13 200;
 - количество соединительных линий в многомодульном режиме: 79 200;
 - максимальное число звеньев сигнализации: 512;
 - максимальное число групп звеньев сигнализации: 256;
 - производительность обработки сигнализации: свыше 30 000 MSU/с.
- Услуги:
- услуги связи: телефон, экстренная связь и факс;

– услуги переноса информации: услуги полно скоростной асинхронной передачи данных включая передачу данных на скоростях 9,6 Кбит/с, 4,8 Кбит/с, 2,4 Кбит/с, 1,2 Кбит/с, 600 бит/с и 300 бит/с;

– дополнительные услуги: переадресация вызовов типа call forwarding, вызов на ожидании, переадресация вызовов типа call transfer, идентификация вызывающего абонента, конференц-связь, услуга «не беспокоить», доступ по PIN-коду абонента, перехват PIN-кода абонента, выборочный прием вызовов, прием вызовов по паролю и т.д.;

– услуга передачи коротких сообщений и расширенные услуги;

– услуги интеллектуальной сети: интеллектуальная услуга учета стоимости с предоплатой, VPN-услуга и услуга бесплатного вызова (free phone).

Общая архитектура системы:

Архитектура системы ZXC10-MSC/VLR показана на рисунке 2.20

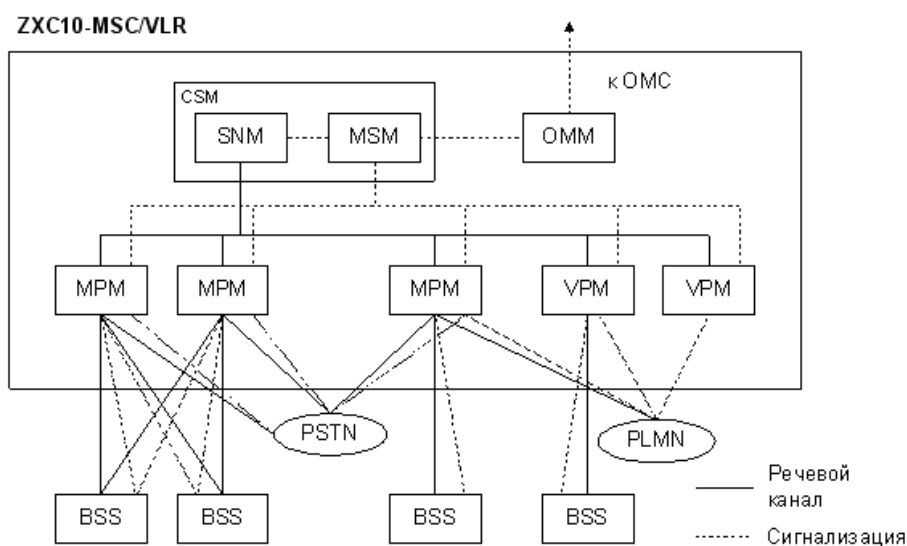


Рисунок 2.20 - Архитектура системы ZXC10-MSC/VLR

В системе ZXC10-MSC/VLR используется модульная архитектура. Ее коммутационная подсистема состоит из MPM, VPM и других базовых процессорных модулей, которые связаны между собой посредством SNM и MSM и образуют два сетевых уровня: уровень коммутации (на рисунке 2.20 показан точечной линией) и уровень сигнализации (на рисунке 2.20 показан пунктирной линией). В зависимости от требуемой емкости системы может использоваться один или несколько MPM, которые подключаются по внешним линиям к соответствующему числу BSC. Взаимодействие между HLR, VPM, OMM и MPM осуществляется не за счет коммутации речевых каналов, а за счет обмена сообщениями и сигналами. Обмен сообщениями реализуется на основе унифицированной платформы управления сигнализацией и взаимодействия, что позволяет легко разделять или объединять указанные

выше модули. Для объединения модулей связь между MPM, VPM и локальным HLR осуществляется не посредством SS7, а с использованием унифицированного внутреннего механизма коммутации сообщений, реализуемого системой поддержки эксплуатации. Емкость MSC/VLR может быть увеличена путем простого добавления модулей.

Внешний интерфейс ZXC10-MSC/VLR:

Взаимосвязь внешних интерфейсов ZXC10-MSC/VLR показана на рисунке 2.21

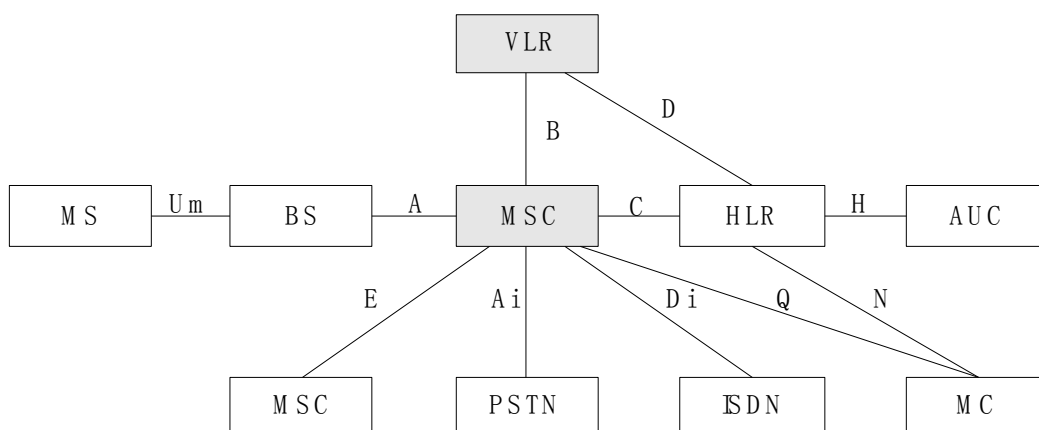


Рисунок 2.21- Внешние интерфейсы системы ZXC10-MSC/VLR

В состав ZXC10-MSC/VLR входят модули MPM, VPM, MSM, SNM и OMM. Архитектура аппаратных средств системы показана на рисунке 2.22

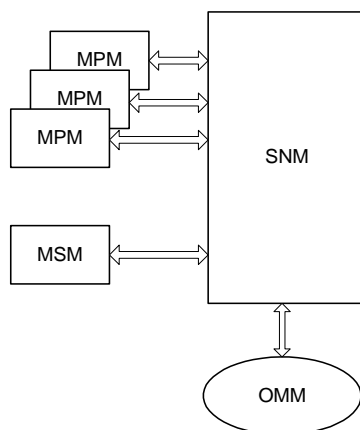


Рисунок 2.22 - Аппаратные средства системы

2.5 Система обработки данных ZXC10-HLR/AUC

HLR/AUC служит в качестве центра обработки данных в системе подвижной связи CDMA, реализует обработку абонентских услуг и управление абонентскими данными, выполняет коммутацию сигнальных

сообщений, техническое обслуживание системы и обработку услуг совместно с другими функциональными объектами посредством сигнализации №7. На рисунке 2.23 показана структура системы ZXC10-HLR/AUC.

Модуль обработки сигнализации по общему каналу состоит из одного или нескольких модулей препроцессора SS7 (CPM). Он выполняет обработку сигнализации №7 и служит в качестве интерфейса между HLR/AUC и другими функциональными объектами. Каждый CPM обеспечивает работу 32 звеньев сигнализации №7, поэтому необходимо гибкое конфигурирование числа модулей CPM в соответствии с конкретными требованиями.

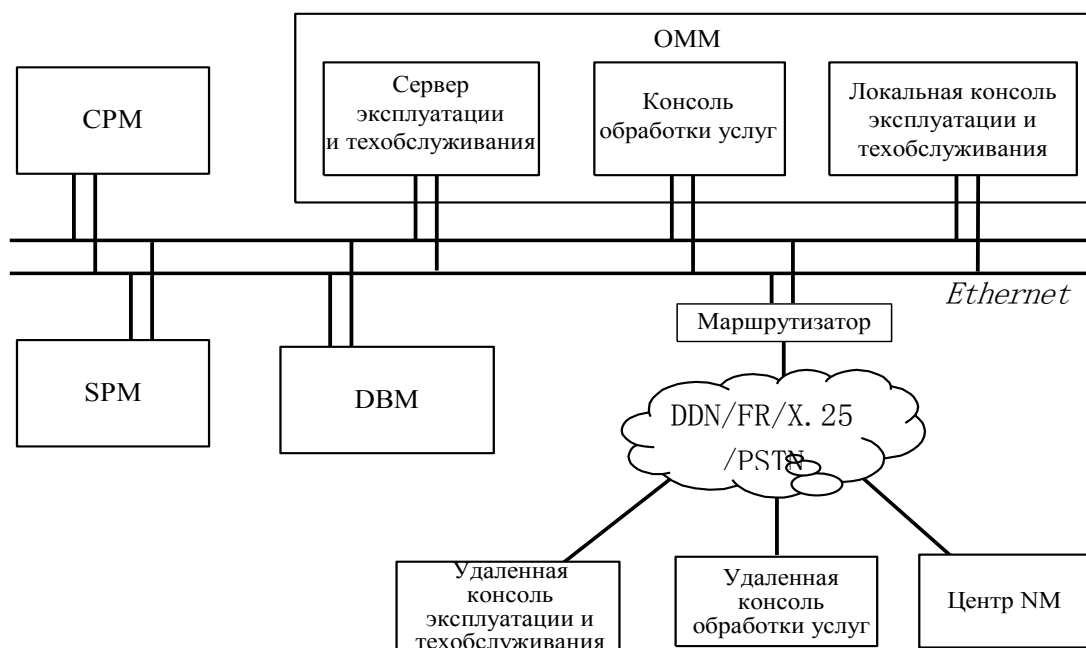


Рисунок 2.23 - Структура ZXC10-HLR/AUC

SPM - модуль обработки услуг (SPM) функционирует в многомодульном режиме с разделением нагрузки и состоит из одного или нескольких модулей обработки услуг HLR (HSM). Возможно гибкое конфигурирование числа модулей HSM в соответствии с конкретными требованиями пользователя по емкости. Несколько модулей HSM выполняют задачу обработки услуг в параллельном режиме. При выходе из строя любого из HSM выполнение задачи равномерно распределяется между оставшимися рабочими модулями HSM.

Технические характеристики:

- емкость системы: 1 200 000 абонентов;
- эталонная нагрузка: Обработка вызовов: 0,5 обслуженных абонентов в час наибольшей нагрузки;
- управление мобильностью: два обслуженных абонента в час наибольшей нагрузки;

- число SS7-звеньев 32 для одиночного модуля, 192 в случае нескольких модулей;
- вероятность потери сообщений: $P=10^{-7}$
- задержка выборки информации: 1000 мс (вероятность 95%);
- задержка регистрации: 2000 мс (вероятность 95%).

2.6 Разработка структуры сотовой сети

Сеть системы ZXC10-BSS имеет звездообразную, кольцевую, линейную и смешанную структуры.

Звездообразная структура сети системы ZXC10-BSS показана на рисунке 2.24

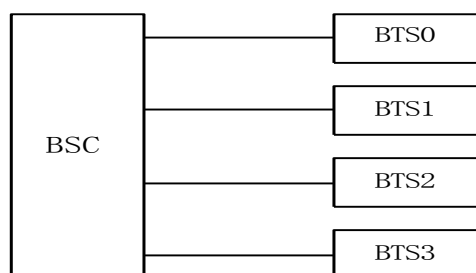


Рисунок 2.24 - Звездообразная структура сети

При звездообразной организации сети n линий ИКМ Е1 непосредственно соединяют BSC с каждым сотовым объектом. Оборудование BTS на каждом сотовом объекте является окончательным терминальным оборудованием. Структура сети проста и удобна для технического обслуживания и выполнения инженерных работ.

Кольцевая структура сети системы ZXC10-BSS показана на рисунке 2.25. В кольцевой структуре используются две линии в режиме «активный/резервный». Каждый узел кольца имеет два вышестоящих узла, что улучшает надежность связи. В случае повреждения одного сотового объекта или отказа линии нижестоящая линия выбирает в качестве активной другую линию.

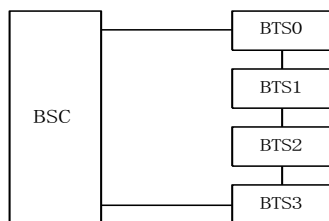


Рисунок 2.25 - Кольцевая структура сети

Линейная структура сети системы ZXC10-BSS показана на рисунке 2.26

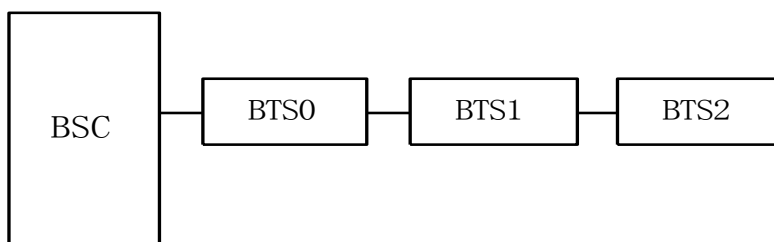


Рисунок 2.26 - Линейная структура сети

Линейная структура подходит для сотового узла с несколькими BTS. В такой структуре сигналы обрабатываются несколькими процедурами. Поэтому надежность связи плохая. Линейная структура используется для областей с формой зон и малой плотностью населения, чтобы существенно сэкономить оборудование передачи.

Смешанная структура сети системы ZXC10-BSS показана на рисунке 2.27

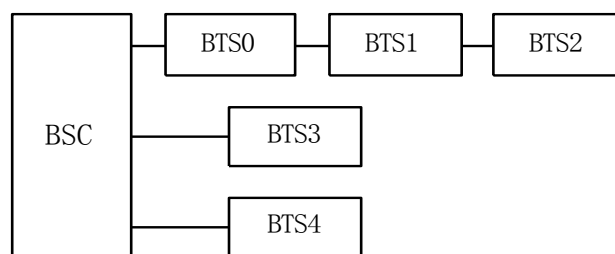


Рисунок 2.27 - Смешанная структура сети

Проанализировав все типы структуры сети можно сказать, что звездообразная структура сети является наиболее предпочтительной. В данном дипломном проекте используется структура сети типа звезда. BTS 0 соединяется по средствам каналов «Казахтелеком», а BTS 1, BTS 2 и BTS 3 соединяются при помощи радиорелейных линий. Структура сети показана в приложении А.

2.7 Типичные конфигурации системы

Существуют следующие типы конфигурации сети: тип сотового объекта; базовая конфигурация BTS системы BSS ZXC10-BSS; конфигурация антенн. Рассмотрим подробнее каждый тип системы.

Сеть сотовой мобильной радиосвязи делится на множество сот в соответствии ресурсами частот и планированием сот. Соты в сотовой системе соседствуют друг с другом с использованием определенной структуры соединений.

Каждая сота охватывается несколькими радиоканалами. Если используется всенаправленная передающая антенна, сотовый объект должен быть установлен в центре каждой соты (как показано на левой иллюстрации рисунок 3.5); если применяется направленная секторная антенна (сектор АТ),

сотовый объект должен быть расположен в точке пересечения трех сот (как показано на правой иллюстрации рисунок 3.5). В последнем случае BTS может охватывать три соседние соты и содержать по крайней мере 3 TRX. Объект BTS со всенаправленной антенной охватывает только одну соту; объект BTS с направленной антенной охватывает три соты.

Объекты делятся на объекты типа О и объекты типа S. Под объектом типа О понимается всенаправленная сота, т.е. соту обслуживают все TRX объекта. Под объектом типа S понимается секторная сота. Обычно используются трехсекторные объекты, т.е. каждый объект содержит три сектора, и каждый сектор может поддерживать несколько TRX. Модели объектов типа О и S показаны на рисунке 2.28

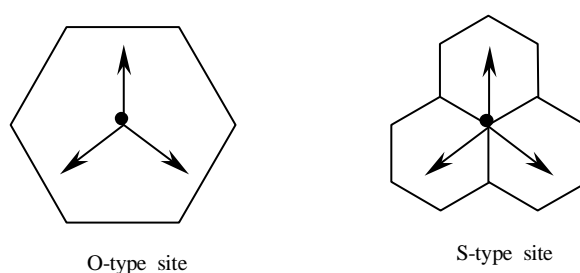


Рисунок 2.28 - Два типа объектов

В базовой конфигурации BTS системы BSS ZXC10-BSS базовая станция, состоящая из одного шкафа, может быть сконфигурирована максимум с шестью модулями приемопередатчиков для обеспечения 120 каналов обслуживания. Если в этом случае на объекте используется одна BTS для обслуживания трех секторов, каждый сектор может быть сконфигурирован с двумя TRX и 40 каналами.

Чтобы добавить абонентов в соту, на одном объекте можно использовать два шкафа для поддержки конфигурации две несущих/три сектора и обеспечения 240 каналов обслуживания. Конфигурация антенн в зависимости от режимов зон охвата сигналами определенного уровня антенны BTS делится на всенаправленные и направленные. Всенаправленная антенна выполняет функции всенаправленного охвата, который позволяет сэкономить средства при создании сотового объекта. Однако такая антенна имеет низкий коэффициент усиления и плохо защищает от помех. Направленная антенна обладает высоким коэффициентом усиления и хорошими характеристиками защиты от помех. Для обеспечения охвата зоны обслуживания необходимо несколько антенн.

На сотовом объекте типа О используются две всенаправленные антенны для удовлетворения требований всенаправленного объекта.

На сотовом объекте типа S применяется антенный переключатель и шесть антенн, в число которых входят три приемопередающие антенны и три антенны разнесенного приема. В этом режиме базовая станция сотового объекта имеет конфигурацию «4 TRX/3 сектора». Должно использоваться шесть антенн.

2.8 Виды логических каналов и их назначение

2.8.1 Канал синхронизации (Sync Channel)

Канал синхронизации представляет собой канал передачи в прямом направлении и используется на этапе вхождения в синхронизм. После того как подвижная станция завершила поиск, она не использует канал синхронизации до следующего включения питания.

Длительность кадра канала синхронизации равна длине короткой ПСП пилот-сигнала. Передача такого кадра выровнена по времени относительно этой ПСП. Так как ПСП пилот-сигналов базовых станций по разному смещены во времени, положение кадра канала синхронизации также индивидуально для каждой базовой станции. Такое выравнивание кадров относительно ПСП базовых станций позволяет подвижной станции, которая выполняет первоначальное вхождение в синхронизм, легко осуществить прием сигнала канала синхронизации.

По каналу синхронизации передается только одно сообщение, которое называется «сообщение канала синхронизации». Это сообщение обеспечивает передачу на подвижную станцию определенных параметров системы. Важнейшими среди них являются временное положение ПСП пилот-сигнала БС относительно Системного Времени и скорость передачи данных по каналу поискового вызова.

2.9 Канал поискового вызова (Paging Channel)

При получении подвижной станцией информации из «сообщения канала синхронизации» ПС устанавливает свои временные параметры в соответствии с Системным временем. Затем ПС определяет свой канал поискового вызова и начинает мониторинг этого канала.

Скорость передачи в канале поискового вызова может быть 2400, 4800 или 9600 бит/с. Каналы поискового вызова могут располагаться в различных частотных поддиапазонах системы CDMA. В каждом частотном поддиапазоне системы может быть до семи каналов поискового вызова. Анализ показывает, что отдельный канал поискового вызова при скорости 9600 бит/с может обеспечить 180 вызовов в секунду. Применение всех семи каналов поисковых вызовов в одном частотном поддиапазоне системы CDMA обеспечивает пропускную способность около 1260 вызовов в секунду. Это обеспечивает общую пропускную способность каналов поисковых вызовов, достаточную для удовлетворения возможных потребностей системы. Подвижная станция осуществляет мониторинг только одного канала поискового вызова, который определяется путем перебора всех имеющихся каналов этого типа. Базовая

станция может также присвоить подвижной станции определенный канал поискового вызова.

Сообщения канала поискового вызова передают информацию от базовой станции к подвижной станции. Имеются четыре основных типа сообщений: заголовок, вызов, команда и присвоение канала. Сотовая система CDMA может быть сконфигурирована различным образом, что обеспечивает возможность адаптации к отличающимся условиям окружающей среды. Параметры конфигурации системы передаются в четырех заголовочных сообщениях: сообщение о системных параметрах, сообщение о параметрах доступа, сообщение списка соседей и сообщение списка каналов CDMA.

Сообщение о системных параметрах содержит информацию о конфигурации канала поискового вызова, параметрах регистрации, вспомогательных параметрах для отслеживания пилот-сигнала и другие данные.

Сообщение о параметрах доступа содержит информацию о конфигурации канала доступа и управляющих параметрах. Некоторые из этих параметров обеспечивают динамическую обратную связь с подвижными станциями для регулирования их скорости передачи и таким образом содействуют сохранению стабильной работы канала доступа.

Сообщение списка соседей содержит информацию, необходимую для ускорения передачи управления на соседнюю БС. Эта информация включает в себя временной сдвиг ПСП пилот-сигнала, а также базовую конфигурацию соседних БС. Сообщение списка каналов CDMA определяет список частот, выделенных в системе для каналов поискового вызова. Это позволяет подвижной станции правильно определить, где искать собственный канал поискового вызова.

Сообщения поискового вызова содержат вызовы, адресованные одной или большому числу подвижных станций. Поисковые вызовы обычно передаются, когда на базовую станцию поступает входящий вызов, адресованный подвижной станции. Команды представляют собой широкий класс сообщений, которые используются для управления конкретной подвижной станцией. Команды используются для самых разнообразных целей от регистрации квитирования до блокировки или предотвращения ведения передачи случайной подвижной станцией. Сообщения о распределении каналов позволяют базовой станции приписать какую-либо подвижную станцию к определенному информационному каналу, изменить используемый станцией канал поискового вызова или дать ей команду использовать аналоговую ЧМ систему.

Канал поискового вызова имеет специальный режим работы, называемый интервальным. В этом режиме сообщения для отдельной подвижной станции передаются только в определенные заранее заданные интервалы времени. Во время операции регистрации подвижная станция определяет интервалы, в течение которых БС будет передавать адресованную ей информацию. Периодичность следования этих интервалов варьируется от 2

до 128 секунд. Данная особенность позволяет подвижной станции, которая действует в интервальном режиме, частично выключаться за пределами назначенных ей интервалов. Порядок следования сообщений во временном интервале канала поискового вызова также организуется таким образом, что в большинстве случаев подвижная станция должна принимать только часть интервала. Протокол сообщает подвижной станции о моменте, когда заканчивается передача всех предназначенных для нее сообщений. Эти операции образуют эффективный метод уменьшения количества энергии, потребляемой подвижной станцией от аккумуляторной батареи, что позволяет увеличить время ее непрерывной работы в режиме ожидания.

2.9.1 Канал доступа (Access Channel)

Канал доступа обеспечивает передачу информации от подвижной станции к базовой станции, когда подвижная станция не использует информационный канал. Все передаваемые по каналу доступа сообщения используют специальный режим со скоростью 4800 бит/с. Сообщения канала доступа инициируют исходящие вызовы, обеспечивают передачу ответов на поисковые вызовы, а также команд и сообщений о регистрации.

Отдельный канал поискового вызова группируется с одним или более каналов доступа. В каждом канале доступа используется индивидуальная длинная ПСП, что позволяет различать эти каналы. Базовая станция отвечает на переданные сообщения по конкретному каналу доступа, посылая сообщения в соответствующий канал поискового вызова. Подобным же образом подвижная станция отвечает на сообщение канала поискового вызова путем передачи сообщения по одному из присоединенных каналов доступа.

Канал доступа используется в режиме со случайным доступом. Многочисленные подвижные станции, связанные с отдельным каналом поискового вызова, могут одновременно пытаться использовать канал доступа. Ведущая передачу подвижная станция произвольно выбирает как канал доступа из набора имеющихся каналов, так и временной сдвиг ПСП из набора имеющихся сдвигов.

До тех пор пока две или более подвижных станций не выберут один и тот же канал доступа и один и тот же временной сдвиг ПСП, базовая станция будет способна принимать их одновременно передаваемые сигналы. Базовая станция регулирует интенсивность передачи сообщений по каналу доступа с тем, чтобы предотвратить слишком большое количество сигналов, передаваемых от большого числа подвижных станций, тем самым обеспечивая необходимое отношение E_b/N_0 в канале. Управление передачей по каналу доступа осуществляется с помощью значений, содержащихся в сообщении параметра доступа, которое передается по каналу поискового вызова. Частота передачи сообщений по каналу доступа может быть различна для различных классов подвижных станций, что позволяет назначить более высокий приоритет, к примеру, подвижным станциям служб экстренной помощи и технического обслуживания.

2.10 Сигнализация в информационных каналах

Информационные каналы (каналы трафика) как прямой, так и обратной линии, используют сходную структуру управления, состоящую из кадров длительностью 20 мс. Кадры могут передаваться на скоростях 9600, 4800, 2400 или 1200 бит/с, причем скорость может варьироваться от кадра к кадру. Приемник определяет скорость передачи кадра и обрабатывает его на соответствующей скорости. Этот метод позволяет применять динамическую адаптацию скорости передачи в канале к речевому сигналу. Во время пауз в речи скорость следования пакетов снижается до наименьшего значения. Когда абонент начинает говорить, система переходит на более высокую скорость следования пакетов. Эта техника передачи позволяет снизить интерференционное воздействие на другие кодовые каналы и тем самым увеличить емкость системы.

После того как подвижной станции выделяется какой-либо информационный канал, сигнализация осуществляется непосредственно по этому каналу. В информационном канале может применяться как интервально-импульсная (blank-and-burst), так и комбинированная (dim-and-burst) сигнализация.

Интервально-импульсная сигнализация использует скорость передачи 9600 бит/с, замещая один или более кадров в данных первичного трафика (обычно это закодированный с помощью вокодера речевой сигнал) на данные сигнализации так же, как это делается в аналоговой ЧМ системе. Комбинированная сигнализация обеспечивает одновременную передачу данных сигнализации и данных первичного трафика в кадре со скоростью передачи 9600 бит/с. Когда вокодер пытается осуществлять передачу на своей максимальной скорости (которая соответствует 8000 бит/с), ему разрешается передавать данные только при половинном значении этой скорости (4000 бит/с). Оставшиеся биты используются для передачи сообщений сигнализации и заголовка. Когда вокодер запрашивает скорость, отличную от максимальной, значение скорости не ограничивается. При скорости передачи 9600 бит/с данные вокодера заполняют только часть кадра, а оставшаяся часть кадра используется для сигнализации. Комбинированная сигнализация имеет существенное преимущество по сравнению с интервально-импульсной сигнализацией, поскольку она не сопровождается ухудшением качества передачи речевого сигнала.

Существуют четыре типа управляющих сообщений, передаваемых по информационному каналу: сообщения, управляющие собственно вызовом; сообщения, управляющие передачей управления (handoff); сообщения, управляющие мощностью в прямом канале связи; сообщения, связанные с обеспечением конфиденциальности данных и процедурой аутентификации, и конфиденциальности данных и процедурой аутентификации, и сообщения для обмена специфической информацией между подвижной и базовой станциями. Обмен этими сообщениями обеспечивает весь спектр взаимодействий между ПС и БС после установления вызова.

3 Планирование сети

Сеть CDMA не похожа на другие сетевые технологии и работает как единый организм. Есть три основных параметра сети, а именно качество, покрытия и емкость в системе CDMA, и они все взаимосвязаны и влияют друг на друга. Таким образом, операторы могут обеспечить оптимальное обслуживание данной зоны, путем изменения параметров сети. Все это, вероятно, довольно сложно для неспециалистов и весьма необычно для специалистов в области более традиционных технологий. Ну, естественно, вызвало и будет вызывать у последних осторожные отношения.

Ниже мы рассмотрим функциональную зависимость параметров сети.

Бюджет линий связи предназначен, чтобы сделать необходимые расчеты: принятие битовой энергии к тепловым шумом и плотности интерференционных на основе прироста мощности передачи передающей и приемной антенны, а это означает принятый шум, пропускную способность канала и распределение сигнала и интерферирующей среды.

Расчет бюджета линий необходимо для анализа трафика каналов прямой и обратной связи, пилот - канал, канал поискового вызова и канал синхронизации.

3.1 Расчет прямого канала

Для вычисления эффективного отношения сигнал / шум для пилот-сигнала - канал, канал синхронизации, канал поискового вызова, необходимо вычислить мощность принимаемого сигнала и принятых помех для каждого канала. Следующие вычисления позволят анализировать каналы прямого соединения

3.1.1 Эффективная мощность излучения трафик - канала

$$P_t = \frac{P_i}{N_i C_f}, \quad (3.1)$$

или

$$p_t = P_i - 10 \log N_i - 10 \log C_f \text{ дБм}, \quad (3.2)$$

где p_t – эффективная мощность излучения (ЭМИ) трафик канала (дБм);
 P_i – ЭМИ всех трафик каналов от передающей антенны базовой станции (дБм);
 N_i – число трафик каналов поддерживаемое одной сотой;
 C_f – коэффициент активности речи.

$$p_t = 57 - 10 \log 20 - 10 \log 0.35 = 57 - 13.01 + 4.56 = 48.55, \text{ дБм}$$

3.1.2 Мощность приходящиеся на одного абонента (мобильную станцию)

$$p_u = p_t - G_t - L_c \text{ дБм}, \quad (3.3)$$

где p_u – мощность в трафик канале на одного абонента (дБм);
 G_t – коэффициент усиления передающей антенны базовой станции (дБ);
 L_c – потери в фидере базовой станции (дБ).

$$p_u = 48.55 - 14 + 2.5 = 37.05 \text{ дБм}.$$

3.1.3 Полная мощность базовой станции

$$P_c = 10 \log \left[10^{0.1 P_t} + 10^{0.1 P_s} + 10^{0.1 P_p} + 10^{0.1 P_{pg}} \right], \quad (3.4)$$

где p_s – мощность канала синхронизации;
 p_p – мощность пилот канала;
 p_{pg} – мощность поискового канала

$$P_c = 10 \log \left[10^{0.1 \cdot 5.7} + 10^{0.1 \cdot 51.5} + 10^{0.1 \cdot 46.94} + 10^{0.1 \cdot 41.5} \right] = 58.49 \text{ дБм}.$$

3.1.4 Усилитель мощности базовой станции

$$P_a = P_c - G_t - L_c, \text{ дБм}. \quad (3.5)$$

где P_a – полная мощность всех трафик каналов, пилот канала, поискового канала, и канала синхронизации на выходе усилителя;
 P_c – полная излучаемая мощность базовой станции (дБм);

$$P_a = 58.49 - 14 + 2.5 = 46.99 \text{ дБм}.$$

3.1.5 Полная мощность принятая мобильной станцией

$$p_m = P_c + L_p + A_l + G_m + L_m, \text{ дБм}. \quad (3.6)$$

где p_m – полная мощность принятая мобильной станцией (дБм);
 L_p – средние потери на трассе между базовой станцией и мобильной (дБ);
 A_l – допуск на теневые потери (дБ);
 G_m – коэффициент усиления (на приеме) антенны мобильной станции (дБ),

L_m – потери в кабеле мобильной станции (дБ).

$$p_m = 58.49 - 146 - 6.2 + 0 - 3 = -96.71 \text{ дБм.}$$

3.1.6 Принятая мощность трафик - канала

$$p_{tr} = p_t + L_p + A_l + G_m + L_m, \text{ дБм.} \quad (3.7)$$

где p_{tr} – принятая мобильной станцией мощность трафик канала от базовой станции.

$$p_{tr} = 48.55 - 146 - 6.2 + 0 - 3 = -106.65 \text{ дБм.}$$

3.1.7 Принятая мощность пилот – канала

$$p_{pr} = p_p + L_p + A_l + G_m + L_m, \text{ дБм.} \quad (3.8)$$

где p_{pr} - принятая мобильной станцией мощность пилот канала от базовой станции.

$$p_{pr} = 51.5 - 146 - 6.2 + 0 - 3 = -103.7 \text{ дБм.}$$

3.1.8 Принятая мощность поискового канала

$$p_{pg} = p_{pg} + L_p + A_l + G_m + L_m, \text{ дБм.} \quad (3.9)$$

где p_{pg} - принятая мобильной станцией мощность поискового канала от базовой станции.

$$p_{pg} = 46.94 - 146 - 6.2 + 0 - 3 = -108.26 \text{ дБм.}$$

3.1.9 Принятая мощность канала синхронизации

$$p_{sr} = p_s + L_p + A_l + G_m + L_m, \text{ дБм.} \quad (3.10)$$

где p_{sr} - принятая мобильной станцией мощность канала синхронизации от базовой станции.

$$p_{sr} = 41.5 - 146 - 6.2 + 0 - 3 = -113.7 \text{ дБм.}$$

3.1.10 Интерференция от других пользователей в трафик – канале

$$I_{ut} = 10 \log [10^{0.1 p_m} - 10^{0.1 p_{tr}}] - 10 \log B_w, \text{ дБм /Гц.} \quad (3.11)$$

где I_{ut} – плотность интерференции создаваемой другими абонентами в трафик канале (дБм /Гц);
 B_w – ширина канала (Гц).

$$I_{ut} = 10 \log[10^{-9.671} - 10^{-10.665}] - 10 \log(1.2288 \cdot 10^6) = -158.07 \text{ дБм/Гц.}$$

3.1.11 Интерференция создаваемая другими базовыми станциями в трафик - канале

$$I_{ct} = I_{ut} + 10 \log \left[\frac{1}{f_r} - 1 \right], \quad (3.12)$$

где I_{ct} – плотность интерференции создаваемой другими базовыми станциями в трафик канале (дБм /Гц),
 f_r – коэффициент переиспользования частоты ($f_r = 0.65$).

$$I_{ct} = -158.07 + 10 \log \left[\frac{1}{0.65} - 1 \right] = -160.76 \text{ дБм / Гц.}$$

3.1.12 Плотность интерференции для трафик - канала

$$I_t = 10 \log [10^{0.1 I_{ut}} + 10^{0.1 I_{ct}}], \quad (3.13)$$

где I_t – плотность интерференции в канале трафика (дБм/Гц).

$$I_t = 10 \log [10^{0.1 \cdot (-158.07)} + 10^{0.1 \cdot (-160.76)}] = -156.21 \text{ дБм / Гц}$$

3.1.13 Интерференция от других абонентов (той же базовой станции) в пилот - канале

$$I_{up} = p_m - 10 \log B_w, \quad (3.14)$$

где I_{up} - плотность интерференции от других абонентов в пилот канале (дБм/Гц).

$$I_{up} = -96.71 - 10 \log(1.2288 \cdot 10^6) = -112.19 - 60.89 = -157.61 \text{ дБм/Гц}$$

3.1.14 Интерференция создаваемая другими базовыми станциями в пилот – канале

$$I_{cp} = I_{up} + 10 \log \left[\frac{1}{f_r} - 1 \right], \quad (3.15)$$

где I_{cp} – плотность интерференции создаваемой другими базовыми станциями в пилот канале (дБм/Гц).

$$I_{cp} = -157.61 + 10 \log \left[\frac{1}{0.65} - 1 \right] = -160.3 \text{ дБм/Гц.}$$

3.1.15 Плотность интерференции для пилот - канала

$$I_p = 10 \log [10^{0.1 I_{up}} + 10^{0.1 I_{cp}}], \quad (3.16)$$

где I_p – плотность интерференции для пилот канала (дБм/Гц).

$$I_p = 10 \log [10^{0.1 \cdot (-157.61)} + 10^{0.1 \cdot (-160.3)}] = -155.73 \text{ дБм/Гц.}$$

3.1.16 Интерференция от других абонентов (той же базовой станции) в поисковом канале

$$I_{upg} = 10 \log [10^{0.1 p_m} - 10^{0.1 p_{pg}}] - 10 \log B_w, \quad (3.17)$$

где I_{upg} плотность интерференции от других абонентов в поисковом канале (дБм/Гц).

$$I_{upg} = 10 \log [10^{0.1 \cdot (-96.71)} - 10^{0.1 \cdot (-108.26)}] - 10 \log (1.2288 \cdot 10^6) = 10 \log (-8.89 \cdot 10^{-12}) - 60.89 = -157.92 \text{ дБм/Гц}$$

3.1.17 Интерференция создаваемая другими базовыми станциями в поисковом канале

$$I_{cpg} = I_{upg} + 10 \log \left[\frac{1}{f_r} - 1 \right], \quad (3.18)$$

где I_{cpg} – плотность интерференции создаваемой другими базовыми станциями в поисковом канале (дБм/Гц).

$$I_{cpg} = -157.92 + 10 \log \left[\frac{1}{0.65} - 1 \right] = -160.61 \text{ дБм/Гц}$$

3.1.18 Плотность интерференции для поискового канала

$$I_{pg} = 10 \log [10^{0.1 I_{upg}} + 10^{0.1 I_{cpg}}], \quad (3.19)$$

где I_{pg} – плотность интерференции для поискового канала (дБм/Гц).

$$I_{pg} = 10\log[10^{0.1 \cdot (-157.92)} + 10^{0.1 \cdot (-160.61)}] = -156.05 \text{ дБм/Гц}$$

3.1.19 Интерференция от других абонентов (той же базовой станции) в канале синхронизации

$$I_{us} = 10\log[10^{0.1p_m} - 10^{0.1p_{sr}}] - 10\log B_w, \quad (3.20)$$

где I_{us} плотность интерференции от других абонентов в канале синхронизации (дБм/Гц).

$$I_{us} = 10\log[10^{0.1 \cdot (-96.71)} - 10^{0.1 \cdot (-113.7)}] - 10\log(1.2288 \cdot 10^6) = -96.8 - 60.89 = -157.69 \text{ дБм/Гц}$$

3.1.20 Интерференция создаваемая другими базовыми станциями в канале синхронизации

$$I_{cs} = I_{us} + 10\log\left[\frac{1}{f_r} - 1\right], \quad (3.21)$$

где I_{cs} – плотность интерференции создаваемой другими базовыми станциями в канале синхронизации (дБм/Гц).

$$I_{cs} = -157.69 + 10\log\left[\frac{1}{0.65} - 1\right] = -160.38 \text{ дБм/Гц}$$

3.1.21 Плотность интерференции для канала синхронизации

$$I_s = 10\log[10^{0.1I_{us}} + 10^{0.1I_{cs}}], \quad (3.22)$$

где I_s – плотность интерференции для канала синхронизации (дБм/Гц).

$$I_s = 10\log[10^{0.1 \cdot (-157.69)} + 10^{0.1 \cdot (-160.38)}] = -155.582 \text{ дБм/Гц}$$

3.1.22 Температурный шум

$$N_0 = 10\log(290 \cdot 1.38 \cdot 10^{-23}) + N_f + 30, \quad (3.23)$$

где N_0 – плотность температурного шума (дБм/Гц);

N_f – значение шума в приемнике мобильной станции (дБ).

$$N_0 = 10\log(290 \cdot 1.38 \cdot 10^{-23}) + 8 + 30 = -165.98 \text{ дБм/Гц}$$

3.1.23 Отношение сигнал/шум + интерференция в трафик - канале

$$\frac{E_b}{N_0 + I_t} = p_{tr} - 10\log b_{rt} - 10\log[10^{0.1I_t} + 10^{0.1N_0}], \quad (3.24)$$

где p_{tr} – скорость передачи данных в трафик канале (бит/с).

$$\begin{aligned} \frac{E_b}{N_0 + I_t} &= -106.65 - 10\log(9600) - 10\log[10^{0.1(-15621)} + 10^{0.1(-16598)}] = -106.65 - 39.82 + \\ &+ 155.78 = 9.31 \text{ дБ} \end{aligned}$$

3.1.24 Отношение сигнал/шум + интерференция в пилот - канале

$$\frac{E_b}{N_0 + I_t} = p_{pr} - 10\log B_w - 10\log[10^{0.1I_p} + 10^{0.1N_0}] \quad (3.25)$$

$$\frac{E_b}{N_0 + I_t} = -103.7 - 60.69 - 10\log[10^{0.1(-15573)} + 10^{0.1(-16598)}] = -164.39 + 155.34 = -9.05 \text{ дБ}$$

3.1.25 Отношение сигнал/шум + интерференция в поисковом канале

$$\frac{E_b}{N_0 + I_t} = p_{pgr} - 10\log b_{rpg} - 10\log[10^{0.1I_{pg}} + 10^{0.1N_0}], \quad (3.26)$$

где p_{pgr} – скорость передачи данных в поисковом канале (бит/с).

$$\frac{E_b}{N_0 + I_t} = -108.26 - 10\log(9600) - 10\log[10^{0.1(-15605)} + 10^{0.1(-16598)}] = 7.54 \text{ дБ}$$

3.1.26 Отношение сигнал/шум + интерференция в канале синхронизации

$$\frac{E_b}{N_0 + I_t} = p_{sr} - 10\log b_{rs} - 10\log[10^{0.1I_s} + 10^{0.1N_0}], \quad (3.27)$$

где p_{rs} – скорость передачи данных в канале синхронизации (бит/с).

$$\begin{aligned} \frac{E_b}{N_0 + I_t} &= -113.7 - 10\log(9600) - 10\log[10^{0.1(-15582)} + 10^{0.1(-16598)}] = \\ &= -153.5 + 165.61 = 2 \text{ дБ} \end{aligned}$$

3.2 Расчет обратного канала

3.2.1 Усилитель мощности мобильной станции

$$P_{ma} = P_{me} - G_m - L_m, \quad (3.28)$$

где P_{ma} – выходная мощность на выходе усилителя (дБм);

P_{me} – полная излучаемая мощность антенны мобильной станции (дБм);

G_m – коэффициент усиления передающей антенны мобильной станции (дБ);

L_m – потери в кабеле мобильной станции (дБ).

$$P_{ma} = 20 - 0 - (-3) = 23 \text{ дБм}$$

3.2.2 Мощность принятая базовой станцией от одного абонента

$$P_{cu} = P_{me} + L_p + A_l + G_t + L_t, \text{ дБ} \quad (3.29)$$

где P_{cu} – мощность принятая базовой станцией по каналу трафика от мобильной станции (дБм);

L_p – средние потери на трассе между базовой станцией и мобильной (дБ);

A_l – допуск на теневые потери (дБ);

G_t – коэффициент усиления (на приеме) антенны базовой станции (дБ);

L_t – потери в кабеле базовой станции (дБ).

$$P_{cu} = 20 - 146 - 6.2 + 14 - 2.5 = -120.7 \text{ дБм}$$

3.2.3 Плотность интерференции создаваемой другими абонентами в данной базовой станции

$$I_{utr} = P_{cu} + 10\log(N_t - 1) + 10\log C_a - 10\log B_w, \quad (3.30)$$

где I_{utr} – плотность интерференции создаваемой другими мобильными станциями (дБм/Гц);

C_a – коэффициент активности речи в канале ($C_a = 0.4 - 0.6$);

N_t – число трафик каналов имеющихся в одной базовой станции.

$$\begin{aligned} I_{utr} &= -120.7 + 10\log(20 - 1) + 10\log 0.6 + 10\log(1.2288 \cdot 10^6) = \\ &= -171.03 \text{ дБм/Гц} \end{aligned}$$

3.2.4 Плотность интерференции создаваемой другими абонентами других базовых станций

$$I_{ctr} = I_{utr} + 10 \log \left[\frac{1}{f_r} - 1 \right], \quad (3.31)$$

где I_{ctr} – плотность интерференции от мобильных станций других базовых станций (дБм/Гц);

f_r – коэффициент повторного использования частот ($f_r = 0.65$).

$$I_{ctr} = -171.03 + 10 \log \left[\frac{1}{0.65} - 1 \right] = -172.79 \text{ дБм/Гц}$$

3.2.5 Плотность интерференции создаваемой другими абонентами других базовых станций и данной базовой станции

$$I_{tr} = 10 \log [10^{0.1 I_{utr}} + 10^{0.1 I_{ctr}}], \quad (3.32)$$

где I_{tr} – плотность интерференции создаваемой другими абонентами других базовых станций и данной базовой станции (дБм/Гц).

$$I_{tr} = 10 \log [10^{0.1(-171.03)} + 10^{0.1(-172.79)}] = -168.8 \text{ дБм/Гц}$$

3.2.6 Плотность температурного шума

$$N_0 = 10 \log(290 \cdot 1.38 \cdot 10^{-23}) + N_f + 30, \quad (3.33)$$

где N_0 – плотность температурного шума (дБм/Гц);

N_f – значение шума в приемнике мобильной станции (дБ).

$$N_0 = 10 \log(290 \cdot 1.38 \cdot 10^{-23}) + 5 + 30 = -168.98 \text{ дБм/Гц}$$

3.2.7 Отношение сигнал/шум + интерференция в трафик канале

$$\frac{E_b}{N_0 + I_t} = P_{cu} - 10 \log b_{rr} - 10 \log [10^{0.1 I_{tr}} + 10^{0.1 N_0}], \quad (3.34)$$

где b_{rr} – скорость передачи данных в трафик канале обратного соединения (бит/с).

$$\frac{E_b}{N_0 + I_t} = -120.7 - 10 \log(9600) - 10 \log [10^{0.1(-168.8)} + 10^{0.1(-168.98)}] = 5.35 \text{ дБ}$$

3.3 Анализ емкости базовой станции

CDMA имеет несколько атрибутов, способствующих увеличению мощности станции:

– учет речевой активности. Обычная средняя абонентская речевая деятельности составляет 35% от общего времени его вызова. Остальное время, занимает пауза, в течение которого абонент слушает собеседника. В CDMA, все абоненты занимают радиоканал. Поэтому, когда один из них не говорит, он создает меньше шума. Таким образом, снижение речевой активности уменьшает помехи, которые могут увеличить пропускную способность канала до трех раз. CDMA – единственная технология, которая использует преимущества этого явления.

– увеличение пропускной способности канала с использованием секторных антенн (по секторам). В FDMA и TDMA, каждая ячейка разделена на сектора, чтобы гарантировать, отсутствие помех. В результате, эффективность транкинговых разделенных каналов в каждой ячейке ухудшается. В CDMA секторизации используется для увеличения пропускной способности путем размещения трех радиоканалов в трех секторах, и, таким образом, мощность увеличилась в три раза по сравнению с теоретической емкости с использованием одного радиоканала в ячейке. Таким образом, можно подключить дополнительный номер вызывающего абонента, качество воспроизведения речи ухудшается незначительно по сравнению с нормальным режимом. Например если в соте 40 каналов и добавляется еще один, то разница в отношении несущая/интерференция E_b/N_0 составляет всего $10\log(40+1)/40=0.24$ дБ.

– большим преимуществом CDMA по сравнению с другими системами, в том, что CDMA может повторно использовать полный диапазон всех клеток.

В том случае, когда число пользователей равно N , то базовая станция принимает сигнал, содержащий требуемый сигнал мощности C и $N-1$ помеховых сигналов с мощностью C . Это отношение несущей к помехе, может быть выражено как

$$\frac{C}{I} = \frac{C}{(N-1)C} = \frac{1}{N-1}, (3.35)$$

где C – уровень мощности требуемого сигнала;

I – уровень мощности интерференции.

Из (3.34) можно определить

$$N = \frac{1}{C/I} + 1 \quad (3.36)$$

В отличие от систем FDMA и TDMA, в системе CDMA нас больше интересует отношение E_b/N_0 чем отношение C/I .

Допустим, что

R – скорость передачи данных (в нашем случае 9600 bps)

W – ширина канала (1.25 MHz)

Отношение между C/I и E_b/N_0 может быть выражено как

$$\frac{C}{I} = \frac{R \cdot E_b}{W \cdot (N_0 + I_{tr})}. \quad (3.37)$$

Перемножая (3.36) и (3.37), получаем

$$N = \frac{W / R}{(E_b / N_0 + I_{tr})} + 1. \quad (3.38)$$

Выражение (3.38) определяет максимальное число абонентов в системе CDMA в зависимости от минимальной величины E_b/N_0 необходимой для нормальной работы системы, которая для передачи цифрового голоса подразумевает BER (Коэффициент Битовой Ошибки) равны 10^{-3} или меньше.

$$N = \frac{W / R}{(E_b / N_0 + I_{tr})} \cdot \frac{1}{VAF} + 1. \quad (3.39)$$

С учетом повторного использования частоты

$$N = \frac{W / R}{(E_b / N_0 + I_{tr})} \cdot \frac{F}{VAF} + 1. \quad (3.40)$$

С учетом секторизации

$$N = \left(\frac{W / R}{(E_b / N_0 + I_{tr})} \cdot \frac{F}{VAF} + 1 \right) G. \quad (3.41)$$

Формула (3.40) является конечной формулой для расчета емкости одной соты,

где $F=0.65$ - эффективность многократного использования частоты;

$VAF=0.35$ – средняя активность речи абонента;

G – коэффициент секторизации, для 120° секторизации $G=2.55$.

$$N = \left[\frac{1.25 \cdot 10^6 / 9600}{3.43} \cdot \frac{0.65}{0.35} + 1 \right] \cdot 2.55 = (37.96 \cdot 1.86 + 1) \cdot 2.55 \approx 182$$

3.4 Исследование радиуса соты

Радиус ячейки можно получить путем нахождения расстояния, при котором потери на распространение приводит к уровню, равным требуемому сигналу, в зависимости от датчика нагрузки.

Расчет бюджета для конкретной радиоячейки приводит к нахождению, величине максимально допустимой потери при распределении L_{\max} . Так как потери на распространение пропорциональна длине радиолинии, значение L_{\max} представляет максимальный диапазон радиолинии или другими словами эффективного радиуса соты или сектора, в определенном направлении. Общее выражение для потерь при распространении в дБ как функции расстояния следующее

$$L(d_{km}) = L_1 + 10\gamma \log_{10} d_{km} \quad (3.42)$$

где d_{km} – расстояние в километрах;

L_1 – значение потерь для $d_{km} = 1$;

γ – закон распределения энергии.

На краях соты, $d_{km} = R_{km}$ и потери равны L_{\max} . Таким образом, полное выражение для радиуса соты в километрах имеет вид

$$L_{\max} = L(R_{km}) = L_1 + 10\gamma \log_{10} R_{km} \quad (3.43)$$

Решая общее выражение относительно R_{km} получаем

$$R_{km} = 10^{\frac{L_{\max} - L_1}{10\gamma}} \quad (3.44)$$

или

$$R_{km}(\partial Бкм) = 10 \log_{10} R_{km} = \frac{L_{\max} - L_1}{\gamma} \quad (3.45)$$

Таким образом, для нахождения отношения между радиусом соты и количеством трафика в соте, необходимо найти выражения для максимальных потерь при распределении L_{\max} и подставить в (3.45)

Эмпирическая формула для для потерь была определена МСЭС(ITU-R)

$$L(\partial Б) = 69.55 + 26.16 \log_{10} f_{MHz} - a(h_m) - 13.82 \log_{10} h_b + (44.9 - 6.55 \log_{10} h_b) \log_{10} d_{km} - B, \quad (3.46)$$

где h_b и h_m высоты антенн базовой и мобильной станции в метрах
 f_{MHz} центральная частота в МГц

$$a(h_2) = \left| (1.1 \log_{10} f_{MHz} - 0.7) h_m - (1.56 \log_{10} f_{MHz} - 0.8) \right|$$

$B = 30 - 25 \log_{10}(\%$ площади покрытой зданиями) коррекционный фактор
 Формула преобразована из модели условий распространения Хата для малых и средних городов.

Таким образом

$$L(\partial B) = 69.55 + 26.16 \log_{10} f_{MHz} - [(1.1 \log_{10} f_{MHz} - 0.7) h_m - (1.56 \log_{10} f_{MHz} - 0.8)] - 13.82 \log_{10} h_b + (44.9 - 6.55 \log_{10} h_b) \log_{10} d_{km} - [30 - 25 \log_{10}(\%)] \quad (3.47)$$

Воспользуемся типичными значениями обратного канала покрывающего частоты с 452 МГц по 452 МГц, таким образом, центральная частота $f = 453$ МГц [9] и высотами антенн базовой станции $h_b = 30$ м и мобильного терминала $h_m = 1,5$ м, а так же процентом застройки равным 10%

Подставив данные в (3.47) получим

$$\begin{aligned} L(d_{km}) &= 48,08 + 35,22 \log_{10} d_{km} + 25 \log_{10}(\%) = \\ &= 73,08 + 35,22 \log_{10} d_{km}, \text{ } -10\% \text{ зданий} \end{aligned} \quad (3.48)$$

Таким образом, сравнивая выражения (3.48) и (3.43) находим значения для L_1 и γ ,

$$L_1 = 73,08 \text{ дБ и } \gamma = 35.22/10 = 3.522 \quad (3.49)$$

Теперь необходимо найти выражение для максимальных потерь при распределении L_{\max} относительно загрузки соты. Для этого необходимо определить зависимость уровня сигнала от загрузки соты.

Обозначим средний уровень сигнала, требуемый при приеме P_s и минимальный необходимый при приеме уровень сигнала в отсутствии интерференции P_s^* .

В соответствии с идеально отрегулированной по мощности моделью требуемое среднее значение принимаемого сигнала

$$P_s = \frac{P_s^*}{1 - \frac{M}{M_{\max}}}, \quad (3.50)$$

где M/M_{\max} отношение количества пользователей в соте (секторе) к
максимальному количеству пользователей.
С учетом запаса по мощности в дБм

$$P_S(\text{дБм}) = P^*_S(\text{дБм}) + M_{\text{дБ}} - 10 \log_{10}(1 - M/M_{\max}), \quad (3.51)$$

где

$$\begin{aligned} P^*_S(\text{дБм}) &= (E_b / N_0)_{\text{req}}(\text{дБ}) + (N_0 W)_c(\text{дБм}) - (PG)(\text{дБ}) = \\ &= (E_b / N_0)_{\text{req}}(\text{дБ}) - 129.2 \text{ дБм} \end{aligned} \quad (3.52)$$

предположив, что база сигнала $PG=128=21.1\text{дБ}$ и шумы приемника базовой станции 5 дБ , следует что $(N_0 W)_c = -108.1\text{дБм}$

идеальное максимальное количество пользователей с учетом запаса по мощности:

$$M_{\max}(E_b / N_0; M_{\text{дБ}}) = \frac{PG}{(E_b / N_0)_{\text{req}} \cdot F \cdot \alpha_r} \cdot \frac{1}{10^{M_{\text{дБ}}/10}} \quad (3.53)$$

отсюда следует, что максимально приемлемые потери при распределении, это потери, при которых при максимальной мощности передатчика мобильного терминала и различных усилениях и потерях не при распределении в обратном канале, приводят к тому, что на базовой станции принимается требуемый уровень сигнала. Выражение, описывающее данное состояние следующее:

$$\begin{aligned} P_S(\text{дБм}) &= \text{мощность_перед.} + \text{коэф.усиления} - \text{потери} - L_{\max}, \\ &= P_R(\text{дБм})_{\text{без_потерь}} - L_{\max}, \end{aligned} \quad (3.54)$$

где

$$\begin{aligned} P_R(\text{дБм})_{\text{без_потерь}} &= \text{мощность_перед.} + \text{коэф.усил} - \text{потери} \\ &= P_m - L_m + G_m - L_p - L_b + G_c - L_c \end{aligned} \quad (3.55)$$

$P_R(\text{дБм})_{\text{без_потерь}}$ определяет мощность мобильного терминала, которая была бы принята приемником базовой станции в отсутствии потерь. Таким образом:

$$L_{\max} = P_R(\text{дБм})_{\text{без_потерь}} - P_S(\text{дБм}) \quad (3.56)$$

Типичные значения параметров обратного канала, перечисленных в формулу (3.55) представлены в таблице 3.1. Подставляя значения этих параметров в формулу (3.55), получаем:

$$P_R(\text{дБм})_{\text{без_потерь}} = 23 - 0 + 2.1 - 3 - 10 + 14.1 - 2 = 24.2 \text{ дБм} \quad (3.57)$$

Таблица 3.1 - Параметры обратного канала CDMA

Параметр	Обозначение	значение
Мощность мобильного терминала	P_m	23 дБм
Потери в кабеле мобильного терминала	L_m	0 дБ
Коэффициент усиления антенны мобильного терминала	G_m	2,1dBi
Потери при ориентации антенны мобильного терминала	L_p	3 дБ
Допуск на проникновения в здания	L_b	10 дБ
Коэффициент усиления антенны базовой станции	G_c	14.1dBi
Потеря в кабеле базовой станции	L_c	2 дБ

Выражение для максимального ослабления при распространении как функции параметра загрузки сети X имеет вид:

$$L_{\max}(\text{дБ}) = P_m(\text{дБм}) + G_c(\text{дБ}) + G_m(\text{дБ}) - SNR_{\text{req}}(\text{дБ}) - (N_0 W)_c(\text{дБм}) + 10 \log_{10}(1 - X) \quad (3.58)$$

Если добавить в (3.58) детализированные потери из (3.56) с учетом запаса по мощности используемого в (3.51), тогда (3.58) можно выразить как

$$\begin{aligned} L_{\max}(\text{дБ}) &= P_R(\text{дБм})_{\text{без_потерь}} - P_S(\text{дБм}) \\ &= P_R(\text{дБм})_{\text{без_потерь}} - P_S(\text{дБм}) + M_{\text{дБ}} - 10 \log_{10}(1 - M/M_{\max}) \end{aligned} \quad (3.59)$$

Теперь подставим (3.59) в качестве L_{\max} в (3.45) для того, что бы получить желаемое выражение радиуса соты как функции загрузки сети:

$$\begin{aligned} R_{km}(\text{дБкм}) &= 10 \log_{10} R_{km} = \frac{L_{\max} - L_1}{\gamma} \\ &= \frac{P_R(\text{дБкм})_{\text{без_потерь}} - L_1 - P_S(\text{дБм}) - M_{\text{дБ}} + 10 \log_{10}(1 - M/M_{\max})}{\gamma} \end{aligned} \quad (3.60)$$

Это выражение показывает максимальный радиус соты доступный мобильному передатчику с мощностью рассмотренной в расчетах $P_R(\partial Бм)_{без_потерь}$.

Найдем числовое выражения для радиуса соты, основываясь на выражении (3.60), используя модель МСЭС(ITU-R), численные значения параметров обратного канала приведенного в Таблице 3.1, а так же предполагая, что высоты антенн базовой станции $h_b = 30m$ и мобильной станции $h_m = 1.5m$ и 10% покрытием территории зданиями.

Используя данные Таблицы 3.1, принимаемая мощность без потерь при распространении равна:

$$P_R(\partial Бм)_{без_потерь} = 24.2 \partial Бм, \text{ (см. (3.57))}$$

из (4.52), требуемая мощность принимаемого сигнала с учетом интерференции и без запаса по мощности равна

$$P'_s(\partial Бм) = (E_b / N_0)_{req}(\partial Б) - 129.2 \partial Бм$$

и из (3.49) значения L_1 и γ равны,

$$L_1 = 73,08 \text{ дБ} \quad \text{и} \quad \gamma = 35.22/10 = 3.522$$

Подставляя всё это в (3.60) мы получаем выражение с параметрами E_b / N_0 , M_{dB} , M , M_{max} :

$$\begin{aligned} R_{km}(\partial Бкм) &= \frac{1}{3.522} \left[24.2 - 73.08 - \left(\frac{E_b}{N_0}(\partial Б) - 129.2 \right) - M_{\partial Б} + 10 \log_{10} \left(1 - \frac{M}{M_{max}} \right) \right] \\ &= \frac{1}{3.522} \left[80,32 - \frac{E_b}{N_0}(\partial Б) - M_{\partial Б} + 10 \log_{10} \left(1 - \frac{M}{M_{max}} \right) \right] \end{aligned} \quad (3.61)$$

Для того, что бы показать зависимость радиуса соты от M (количества активных пользователей) при принятых значениях $\frac{E_b}{N_0}$ и запаса по мощности используем (3.61) для записи

$$\begin{aligned} R_{km} &= 10^{R_{km}(dBm)/10} = 10^{80,32/35,22} \left(1 - \frac{M}{M_{max}} \right)^{10/35,22} \left[\frac{E_b}{N_0} \cdot 10^{M_{\partial Б}/10} \right]^{-1/3,522} \\ &= 190,775 \left(1 - \frac{M}{M_{max}} \right)^{0,284} \left[\frac{E_b}{N_0} \cdot 10^{M_{\partial Б}/10} \right]^{-0,284} \end{aligned} \quad (3.62)$$

Значения M_{dB} выбираются исходя из заранее выбранной надежности канала. Типичные значения приведены в таблице 3.2

Таблица 3.2 – Запас по мощности для различной надежности

P_{rel}	M_{dB}
0,70	0,20 dB
0,80	0,93 dB
0,90	0,92 dB

Используя выражение идеальной емкости системы (3.60) M_{max} , для выражения радиуса соты (3.62) построим график (рисунок 3.1) для различных значений M_{dB} и E_b/N_0 .

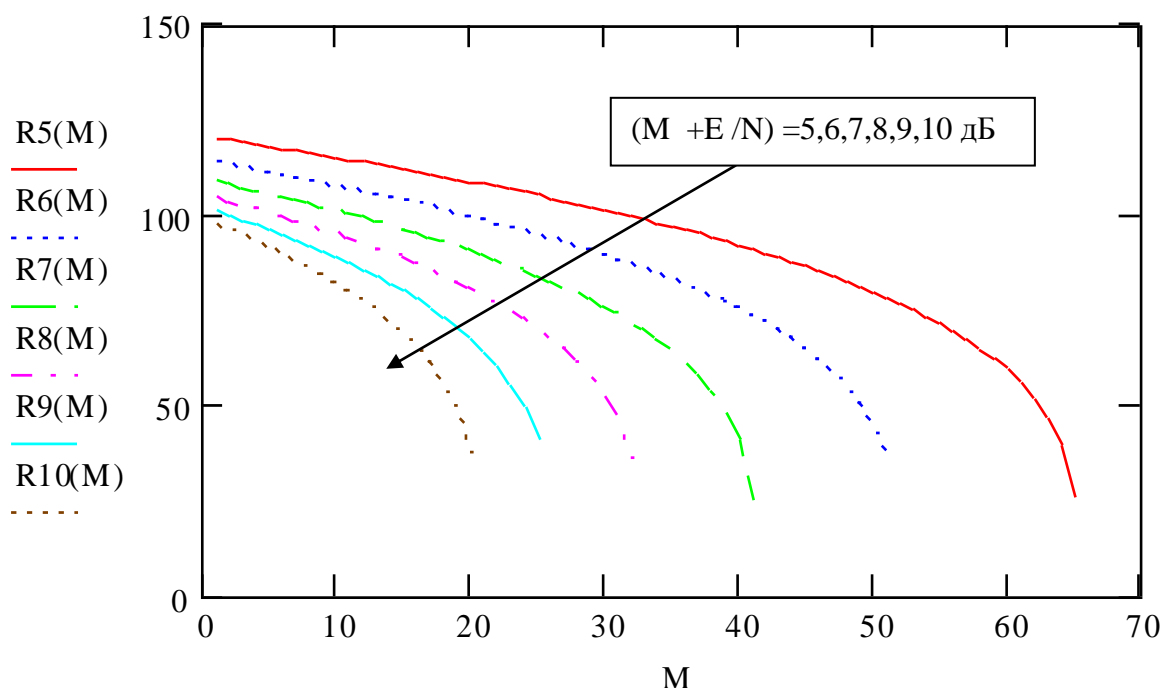


Рисунок 3.1 - График зависимости радиуса соты от загрузки соты

Требуемое значение E_b/N_0 и M_{dB} , подбираемые из расчета надежности систем для обратного канала сильно влияет на размер соты, это видно на графике. При высоких значениях надежности и соответственно отношения сигнал/шум а также запаса по мощности, радиус сот начинает стремительно падать при определенном значении емкости системы (кол. активных пользователей). Так же из графика можно определить уровень снижения радиуса соты при определенном значении активных пользователей.

Исследование модели беспроводной сети позволяет спроектировать сеть исходя из типичных входных параметров, таких как: частота, мощности

передатчиков, надежность системы, процент застройки и т.д. и спрогнозировать основные её показатели, такие как емкость и зона покрытия.

3.5 Абонентская нагрузка

Вероятность блокировки это вероятность того, что вызов будет блокирован в связи с тем, что нет свободных каналов. Вероятность блокировки зависит от предлагаемой нагрузки и количества каналов, и эта вероятность может быть рассчитана с использованием некоторых математических моделей. Для фиксированного канала, с возрастанием предлагаемой нагрузки, вероятность блокировки также возрастает. Параметр вероятность блокировки очень часто используется равнозначно с термином Качество Услуг.

Вероятность блокировки в основном оценивается для предлагаемой нагрузки в час наибольшей загрузки. Для базовой станции, часное наибольшей загрузки определяется как час, в течение которого появляется наибольшая нагрузка. Модели Эрланга В и Эрланг С две самые распространенные математические модели которые описывают взаимоотношение между вероятностью блокировки (качество услуг), предлагаемой нагрузкой, и количеством каналов. Рассмотрим модель Эрланга В как наиболее подходящую для данного дипломного проекта.

Модель Эрланга В предполагает, что блокированные вызовы удалены и абонент сделает повторный вызов позже. Другими словами, абонент, чей вызов был заблокирован, делает повторную попытку не сразу. Вероятность блокировки P (блокировка), или качество услуги, в соответствии с данной моделью будет рассчитываться как

$$P(\text{блокировка}) = \frac{\frac{p^c}{c!}}{\sum_{i=0}^c \frac{p^i}{i!}} \quad (3.64)$$

где C – количество каналов и p – предлагаемая нагрузка.

Для расчета абонентской нагрузки была разработана программа на языке «Delphi», пример которой приведен на рисунке 3.2.

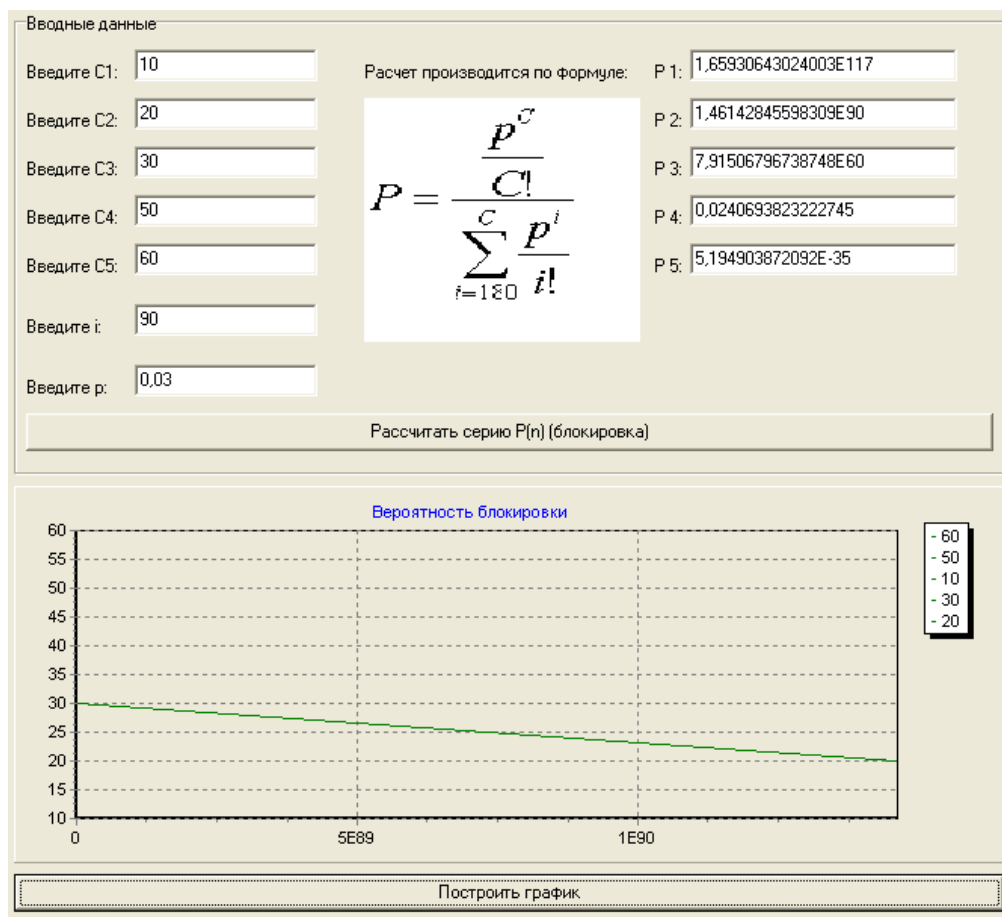


Рисунок 3.2 Расчет абонентской нагрузки

4 Безопасность жизнедеятельности

4.1 Анализ условий труда

В данном разделе рассматривается аппаратное помещение (рисунок 4.1), размером 5x10 м. и высотой 3 м., находящегося на 5 этаже административного здания, где установлено оборудование системы мобильной связи CDMA 450. Общая площадь оборудования составляет 12 кв. м и работает при переменном напряжении 220/380В. Условия труда обусловлены технологией производства, его организацией и трудовым процессом, а так же окружающей санитарно-гигиенической обстановкой. В частности, к технологии организации производства относятся механизация технологических процессов, внедрение полуавтоматических и автоматических способов производства, дистанционного управления оборудованием, технологическими процессами и т.д.

- | | |
|------------------------------------|-------------------------|
| 1 – кондиционер (внешний блок); | 6 – огнетушитель; |
| 2 – кондиционер (внутренний блок); | 7 – дверь; |
| 3 – стена; | 8 – пожарный извещатель |
| 4 – окно; | |
| 5 – рабочее место | |
| 1 – кондиционер (внешний блок); | 6 – огнетушитель; |

- 1 – кондиционер (внешний блок); 7 – дверь;
 2 – кондиционер (внутренний блок); 8 – пожарный извещатель
 3 – стена;
 4 – окно;
 5 – рабочее место

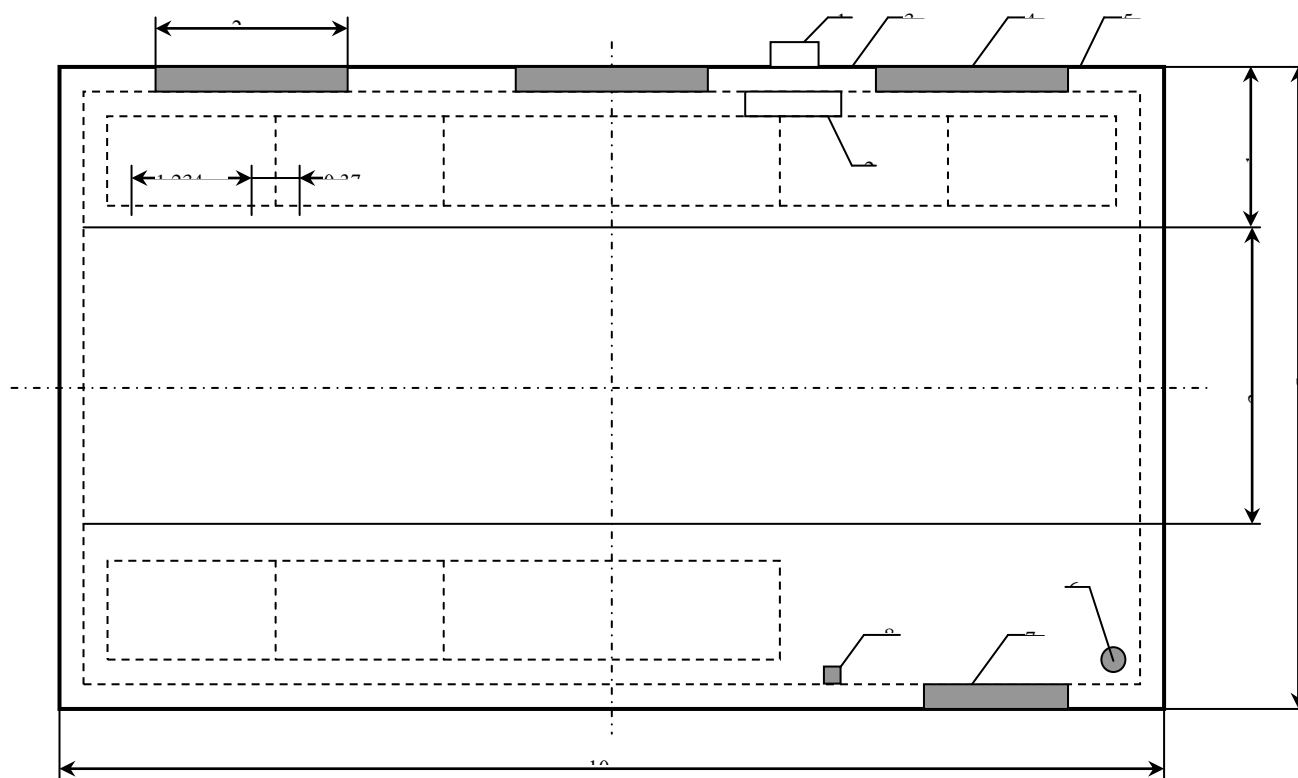


Рисунок 4.1 – Схема помещения

Согласно ГОСТ 12.1.005-88 ССБТ «Воздух рабочей зоны, общие санитарно-гигиенические требования», приведены в таблице 4.1. Работа людей в этом помещении относится ко второй категории (Iб).

Таблица 4.1 – Категория работ по энергозатратам организма

Работа	Категория	Энергозатраты Организма, Дж/с, (ккал/час)	Характеристика работы
Физическая	Iб	138-172	Производится сидя, стоя, или связана с ходьбой и сопровождается небольшим физическим напряжением

В тесной связи с технологией производства находится трудовой процесс, требующий определённого нервно-психологического напряжения отдельных органов систем, положение тела при работе и т.д. К санитарно-

гигиеническим условиям труда относятся: воздействие на организм человека метеорологического фактора (температуры, влажности, скорость движения воздуха); загрязнения воздуха парами, газами, пылью; воздействие шума, вибрации, электромагнитных излучений, ионизирующей радиации и т.д. В данном дипломном проекте на человека воздействуют следующие факторы: возможность поражения электрическим током, микроклимат в помещении, освещение, постоянная работа с персональным компьютером.

Микроклиматические условия в помещении согласно ГОСТ 12.0.003-74 ССБТ можно охарактеризовать как оптимальные (таблица 4.2). Влажность воздуха составляет 40 – 60 %.

Таблица 4.2 – Оптимальные нормы параметров микроклимата

Период работы	Категория работы	T^0 , С	Скорость движения воздуха, м/с, не более
Холодный	Iб	21 – 23	0.1
Теплый	Iб	22 – 24	0.2

В помещении установлен кондиционер марки “Panasonic CS/CU – C18BKP” с техническими характеристиками:

- мощность охлаждения – 5.3 кВт;
- циркуляция воздуха – $894 \text{ м}^3 / \text{ч}$;
- потребляемая мощность – 1.72 кВт.

В данном отделе работают три человека по специальностям: главный инженер, инженер - электронщик, оператор. При конструировании рабочего места оператора создаются следующие условия: достаточное рабочее пространство для работающего человека, зрительные и слуховые связи между работающим человеком и оборудованием, а также между людьми в процессе выполнения общей трудовой задачи.

Условия искусственного освещения на промышленных предприятиях, оказывают большое влияние на зрительную работоспособность, физическое и моральное состояние людей, а следовательно, на производительность труда и производственный травматизм. Освещение в помещении BSC (контроллер базовых станций) должно быть комбинированным (естественным и искусственным). При проектировании освещения рабочего места оператора необходимо учесть такие характеристики как яркость и контраст фона.

Степень яркости освещенности находится в пределах 300-500 люкс. Естественное освещение в нашем случае должно осуществляться в виде бокового освещения. Размер окна составляет 1,5х2м. Величина коэффициента естественной освещенности (к. е. о.) согласно санитарным нормам (таблица 4.3) при выполнении работ высокой зрительной точности должна быть не ниже 1.5% .

Таблица 4.3 – Коэффициент естественного освещения

Характеристика и разряд зрительной работы	Наименьший линейный размер значений	Естественное освещение		Совмещенное освещение	
		Верхнее	Боковое	Верхнее	Боковое
Высокой точности	0.3 – 0.5	5	2	3	1.2

Работа требует высокой точности и в этом случае естественного освещения будет недостаточно, т. к. оборудование, стоящее вдоль окон перекрывает световой поток и для этого необходимо произвести расчет искусственного освещения. Искусственное освещение следует осуществлять с использованием люминесцентных источников света, пульсация которых не должна превышать 10%.

Так как антенны радиодоступа расположены на крыши здания и их высота составляет 7 м, то им требуется Молниезащита, которая в данный момент отсутствует.

Для приёма электрического разряда молнии (тока молнии) служат устройства молниеотводы, состоящие из несущей части (например опоры), молниеприёмника (металлический стержень, трос и сетка), токоотвода и заземлителя. Каждый молниеотвод в зависимости от его конструкции и высоты имеет определённую зону защиты, внутри которой объекты не подвержены ударам молнии.

Задачу обеспечения безопасности в зоне заземляющих устройств следует понимать в смысле уменьшения вероятности возникновения условий, при которых человек подвергается опасности травмирования электрическим током. При работе помещениях нужно обеспечить защиту человека от поражения электрическим током или уменьшить опасность для минимума.

В случае пробоя между токоведущими частями электрооборудования и защитным металлическим корпусом возникает возможность попадания под электрический ток. Поэтому необходимо произвести расчет зануления. Можно обеспечить безопасность, уменьшив длительность режима замыкания на корпус.

Исходя из проведенного анализа видно, какие отрицательные факторы влияют на работу человека и для организации безопасной, комфортной работы, проводятся следующие расчеты:

- рациональная организация рабочего места оператора;
- расчет системы искусственного освещения;
- молниезащита зданий и сооружений;
- расчет зануления.

4.2 Рациональная организация рабочего места оператора

На рабочем месте оператора используем:

- средства отображения информации (дисплей);
- средства ввода информации (клавиатура, различные манипуляторы);
- средства связи и передачи информации (телефонный аппарат, модем);
- средства документирования и хранения информации (принтеры, дисковые накопители);
- вспомогательное оборудование.

Рабочее место оператора организуем следующим образом. Дисплей оборудован поворотной площадкой, позволяющей перемещать его в горизонтальной и вертикальной плоскостях. Дисплей разместим на столе так, чтобы расстояние наблюдения информации на экране было в пределах 450-500 мм. Экран дисплея расположим так, чтобы угол между нормалью к центру экрана и горизонтальной линией взгляда составлял 20 градусов. Клавиатуру расположим на столе или подставке так, чтобы высота клавиатуры по отношению к полу составляла 650-800 мм, наклон клавиатуры сделаем в пределах 5-10 градусов. При размещении компьютера на стандартном столе используем кресло с регулируемой высотой сиденья (от 380 до 450-500 мм) и подставку для ног.

Рабочее место оператора показано на рисунке 4.2.

Деятельность оператора имеет сложную структуру, меняющуюся в процессе функционирования, и связана с необходимостью получения и реализации информации. В общем случае деятельность оператора складывается из четырёх основных этапов: ввод, запрос, приём информации, обработка данных.

Деятельность оператора при приёме информации связана с восприятием информации о состоянии объекта управления и внешней среды, а его действия заключаются в обнаружении, выделении, познании сигналов. При обработке данных, деятельность оператора направлена на анализ, обобщение поступающей информации, сопоставление требуемого и текущего состояния системы. На этом этапе выполняются действия, связанные с запоминанием, извлечением из памяти и декодированием информации. Таким образом, на этих двух этапах деятельность оператора связана с восприятием информационной модели. Экран дисплея, документы и клавиатура располагаются так, чтобы перепад яркостей поверхностей зависящий от

расположения относительно источника света не превышал 1:10 (оптимальное значение 1:3). При нормальных значениях яркостей на экране 50-100 кг/м² освещённость документа составляет 300-500 лк. Яркость фона, обеспечивающая наивысшую остроту зрения, составляет 10⁴ кг/м². При различии сложных объектов яркость составляет 300 кг/м². Резкое падение остроты зрения имеет место при яркости менее 10 кг/м². Максимальный допустимый перепад яркости в поле зрения операторов не превышает 1:100. Оптимальное соотношение 20:1 между источником света и ближайшим окружением и 40:1 между самым светлым и самым тёмным участком изображения. При формировании на экране буквенно-цифровой информации учитывается что (таблица 4.4):

Рабочее место рассчитывается на работу оператора сидя, стоя, сидя-стоя попеременно.

При работе оператора с ограниченной подвижностью, рабочей зоной 380-500 мм, усилием $N < 50$, малой статистической утомляемостью, более спокойном положении рук и возможностью выполнения более точной работы, рекомендуется работать сидя за пультом, с наклоном дисплея 60 градусов, с расстоянием: дисплея от пола 70 см., сидения от пола 45 см.

При работе с возможностью периодического изменения позы, усилием $50 < N < 100$, рабочей зоной 500-700 мм, достаточно большом обзоре и зоне досягаемости, рекомендуется работать сидя-стоя (попеременно), с наклоном дисплея 45 градусов, расстоянием: дисплея от пола 100см., от пола до сидения 70 см., и подставкой для ног 25 см.

При работе большой свободной позы и движений, рабочей зоной 750 мм, усилием $100 < N < 120$, с большим обзором и для лучшего использования силы, рекомендуется работать стоя с наклоном дисплея 30 градусов и расстоянием от пола 100см.

Таблица 4.4 – Параметры буквенно-цифровой информации

Размер знаков: -допустимый -оптимальный	35-40 18-20
Ширина знака /высота знака	2/3;3/4;5/7;
Толщина знака /высота знака -при прямом контрасте -при обратном контрасте	2/10 1/10
Число элементов: - при формировании знаков из дискретных элементов, сегментов - при растровом способе формирования линий - при матричном способе формирования точек	18-16 10 5/7;5/9

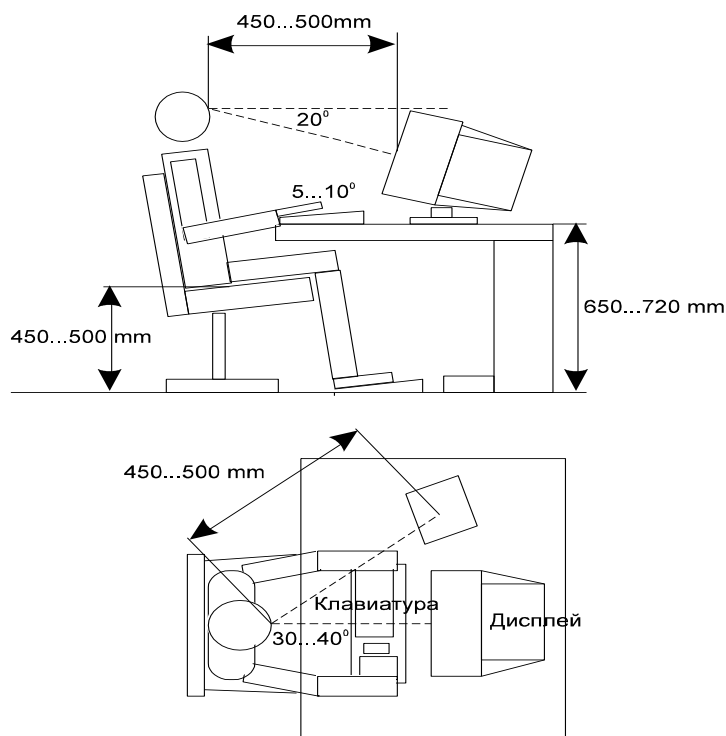


Рисунок 4.2 – Рабочее место оператора

4.3 Расчет системы искусственного освещения

Исходные данные для расчета:

- длина помещения 10м;
- ширина помещения 5м;
- высота помещения 3м;
- высота рабочей поверхности h_p 0,8м;
- разряд зрительной работы III (высокой точности).

Для операторского зала рекомендована люминесцентная лампа ЛБ40-4 (белого цвета), мощностью 40 Вт, световым потоком 3000 лм, диаметром 40 мм и длиной со штырьками 1213,6 мм.

Определим наивыгоднейшее расстояние между светильниками /34/

$$Z = \lambda \times h \text{ м}, \quad (4.1)$$

где $\lambda = 1,2 \div 1,4$;

$$h = H - h_p = 3 - 0,8 = 2,2 \text{ м}$$

По этим данным находим, что наивыгоднейшее расстояние между светильниками равно

$$Z = \lambda \times h = 1,4 \times 2,2 = 3,03 \text{ м}$$

Рассчитаем число рядов светильников /34/

$$n = \frac{B}{Z} \quad (4.2)$$

где В – ширина помещения, В = 5 м;

З – расстояние между светильниками, Z = 3,08 м.

Отсюда

$$n = \frac{B}{Z} = \frac{5}{3,08} = 1,62 \text{ м}$$

Следовательно, светильники будем располагать в два ряда.

Определим число светильников /34/

$$N = \frac{E \times K_3 \times S \times Z}{n \times \Phi_{\text{л}} \times \eta}, \quad (4.3)$$

где Е – заданная минимальная освещенность светильника. Для персонала работающего с ЭВМ Е = 400 лк;

Кз – коэффициент запаса, учитывающий запыление и износ источников света в процессе эксплуатации. Кз = 1,5;

С – освещаемая площадь, S = 50 м ;

З — коэффициент неравномерности освещения, Z = 1,4;

η - коэффициент использования;

Φл – световой поток лампы, Φл = 3000 лм.

п – число ламп в светильнике.

Нам неизвестен коэффициент использования, для его нахождения определим индекс помещения /34/

$$i = \frac{L \times B}{h \times (L + B)} \quad (4.4)$$

$$i = \frac{10 \times 5}{2,2 \times (10 + 5)} = \frac{50}{33} = 1,52$$

Так как у нас побеленный потолок, побеленные стены с окнами, закрытыми белыми шторами, то коэффициенты отражения будут следующими):

$$p_{\text{пот}} = 50\%;$$

$$p_{\text{ст}} = 30\%;$$

$$p_{\text{пол}} = 20\%.$$

Следовательно, коэффициент использования $\eta = 54\%$.

В качестве светильника возьмем ЛСП02 рассчитанный на две лампы мощностью 40 Вт, диаметром 40 мм и длиной со штырьками 1213,6 мм. Длина светильника 1234 мм, ширина 276 мм.

Таким образом

$$N = \frac{E \times K_3 \times S \times Z}{n \times \Phi_{\text{л}} \times \eta} = \frac{400 \times 1,5 \times 50 \times 1,15}{2 \times 3000 \times 0,54} = 11,6 \approx 12 \text{ светильников}$$

То есть у нас 12 светильников расположенных в два ряда, в каждом ряду по шесть светильников, в каждом светильнике по две лампы.

Проверку расчета произведем точечным методом. Линейные размеры излучателей в данном случае равны 1213,6 мм и превышают высоту 0,5 м установки. В данном случае они рассматриваются как светящиеся линии.

Кривые линии изолукс построены в координатной системе /34/

$$(P^1 - L^1) \quad (4.5)$$

где $P^1 = \frac{P}{h}; \quad (4.6)$

$$L^1 = \frac{L}{h}; \quad (4.7)$$

где L – общая длина светящихся линий;

$P = 1,5; \quad h = 2,4; \quad L = 9,75.$

Таким образом, подставив данные в формулы, получим

$$P^1 = \frac{P}{h} = \frac{1,5}{2,4} = 0,63;$$

$$L^1 = \frac{L}{h} = \frac{9,75}{2,4} = 4$$

Для обеспечения в данной точке заданной освещенности E_H , необходимо иметь удельный световой поток Φ . Световой поток в каждом светильнике определяется по формуле /34/

$$\Phi = \frac{1000 \times E_H \times K_3}{\mu \times \sum E_y}, \quad (4.8)$$

где μ - коэффициент, учитывающий отражение составляющих света и действие удаленных светильников и составляет 1,1 – 1,2;

$\sum E_y$ - суммарная условная освещенность в контрольной точке (выбираются точки, где $\sum E_y$ имеет наименьшее значение).

$\sum E_y = 40 \times 2 = 80$; E_y – определяется по графику пространственных изолукс, $E_y = 40$.

Таким образом, подставив данные в формулы, получим

$$\Phi = \frac{1000 \times E_H \times K_3}{\mu \times \sum E_y} = \frac{1000 \times 400 \times 1,5}{1,2 \times 80} = 6250 \text{ лм}$$

Поскольку необходимый световой поток ламп каждого светильника не должен отличаться от требуемого на –10% или +20%, то можно сделать вывод, что расчет верен. Итого, для создания нормированной освещенности нам понадобится 24 лампы в 12-ти светильниках располагающихся в два ряда, в каждом ряду по 6 светильников, в каждом светильнике по две лампы. Схема искусственного освещения приведена на рисунке 4.3.

- | | |
|------------------------------------|---------------------------|
| 1 – кондиционер (внешний блок); | 6 – люминесцентная лампа; |
| 2 – кондиционер (внутренний блок); | 7 – огнетушитель; |
| 3 – стена; | 8 – дверь; |
| 4 – окно; | 9 – пожарный извещатель |
| 5 – рабочее место; | |

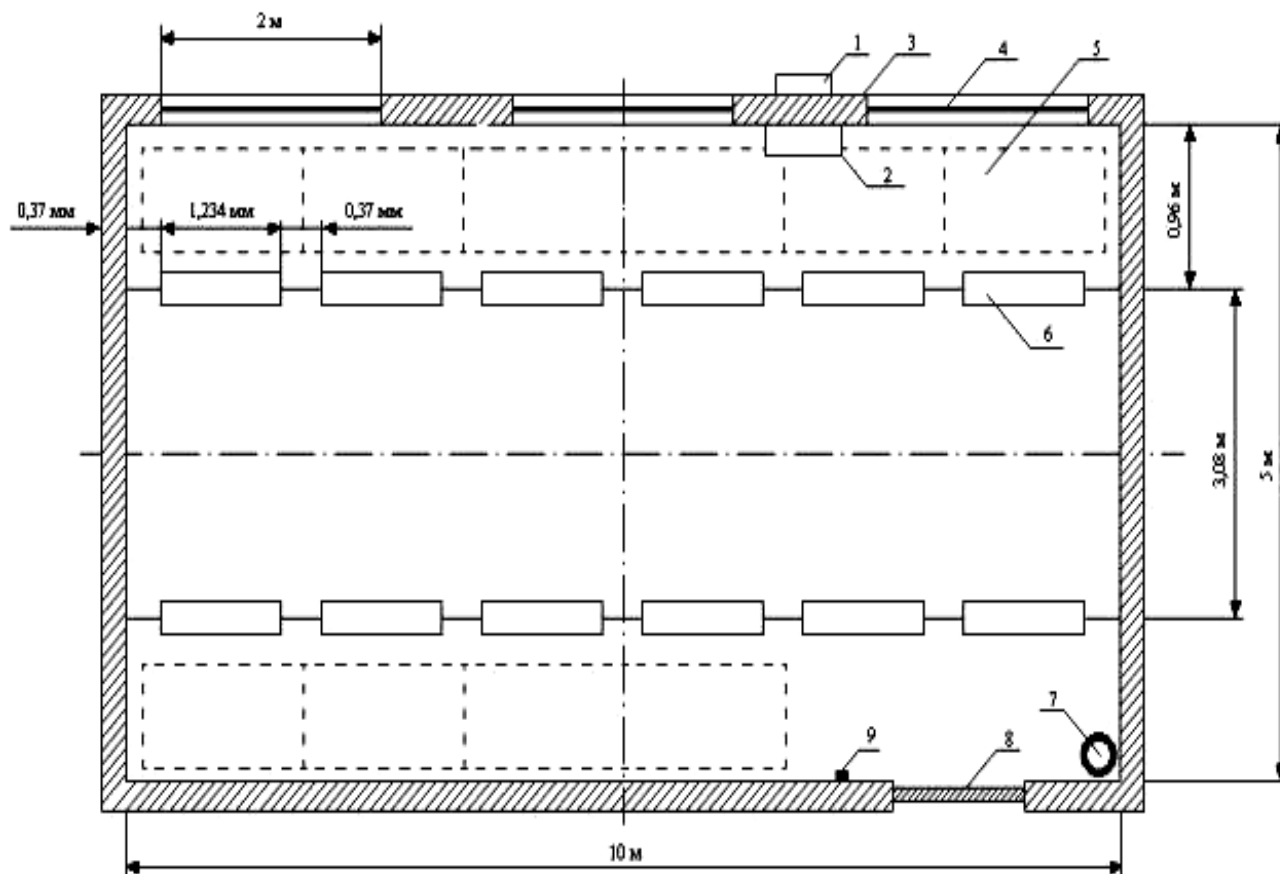


Рисунок 4.3 – Схема искусственного освещения

4.4 Молниезащита административного здания

Разработка молниезащиты антенн и здания BSC.

В качестве примера, разработаем систему молниезащиты антенны, устанавливаемой на здании BSC (высота с антенной – 25 метров).

В здании BSC расположены компьютеры, а также электропитающие установки постоянного и переменного напряжения. В силу наличия действующих электроустановок, к которым можно отнести и оборудование радиодоступа, то устройство молниезащиты антенны и оборудования разумнее подключить к существующей системе молниезащиты здания и оборудования BSC, с использованием одиночного тросового молниеотвода высотой менее 150 м с опорами. Схемы установки молниеотвода приведены на рисунках 4.4, 4.5, 4.6.

Количество молний в год для здания BSC. наибольшая высота с антенной – 25 м (h), ширина – 15 м (S), длина – 20 м (L).

$$N = (S+6h) (L+6h) \times 10^{-6} \quad (4.9)$$

$$N = (15 + 150) (20 + 150) \times 10^{-6} = 0,028$$

Здание относится ко II категории; N1 – зона Б. Здание должно быть защищено от прямых ударов молнии, электрической и электромагнитной индукции и заноса высоких потенциалов через наземные и подземные металлические коммуникации.

Рассчитаем тип молниеотводов и габариты зоны защиты.

Тип молниеотвода – одиночного тросового молниеотвода высотой менее 150м с опорами.

Определим высоту зоны защиты h_0 над землей, м:

$$h_0 = 0.92 h = 0.92 \times 25 = 23 \quad (4.10)$$

Радиус торцевых областей зоны защиты r_0 на уровне земли, м:

$$r_0 = 1.7 \times h = 1.7 \times 25 = 42.5 \quad (4.11)$$

Ширина зоны защиты на участке между опорами S1 на уровне земли:

$$S1 = 2r_0 = 83\text{м} \quad (4.12)$$

Определим радиус торцевых областей зоны защиты r_x на высоте h_x над землей, м:

$$R_x = 1.7 \times (h - h_x/0.92) = 1.7 \times (37 - 25/0.92) = 16.7 \quad (4.13)$$

Ширина зоны защиты на участке между опорами S2 на высоте h_x над землей:

$$S2 = 2R_x = 33.4\text{м} \quad (4.14)$$

Зоной защиты молниеотвода является часть пространства, внутри которого здание защищено от прямых ударов молнии с определенной степенью надежности. Наименьшей и постоянной по значению степенью надежности обладает поверхность зоны защиты; по мере продвижения внутрь зоны надежность увеличивается. Зона защиты типа Б обладает степенью надежности – 95% и выше.

Высота одиночного тросового молниеотвода определяется формулой:

$$H = (R_x + 1.85h_x)/1.7 = (16.7 + 1.85 \times 25)/1.7 = 37\text{м} \quad (4.15)$$

В качестве молниеприемника используем стальной многопроволочный оцинкованный трос, с площадью сечения = 35 кв. мм и сечением 7 мм.

Электроды заземлителей – сталь сечением 10 мм.

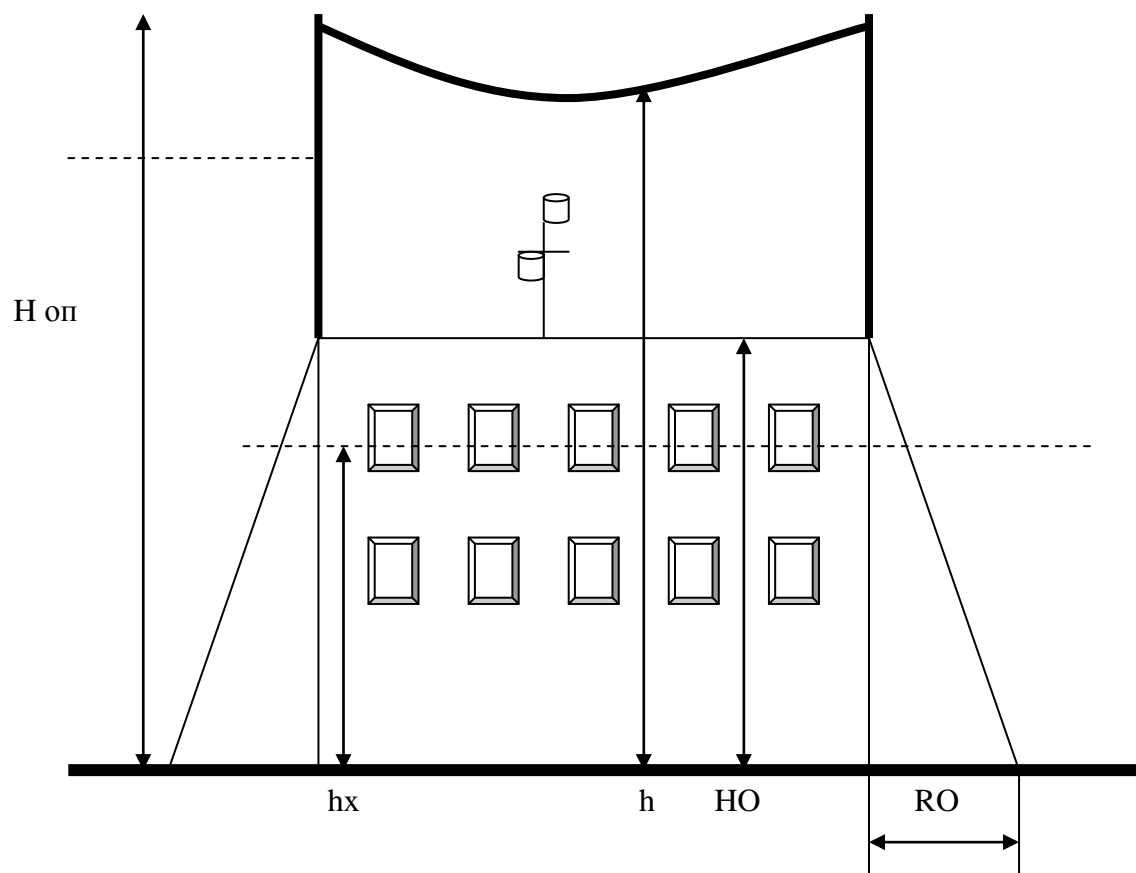


Рисунок 4.4 – Схема установки молниеотвода

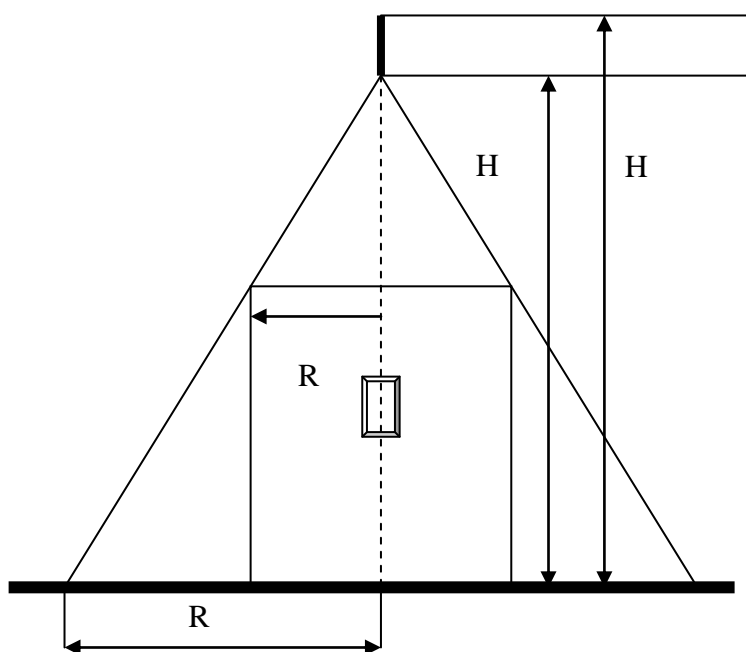


Рисунок 4.5 – Схема установки молниеотвода

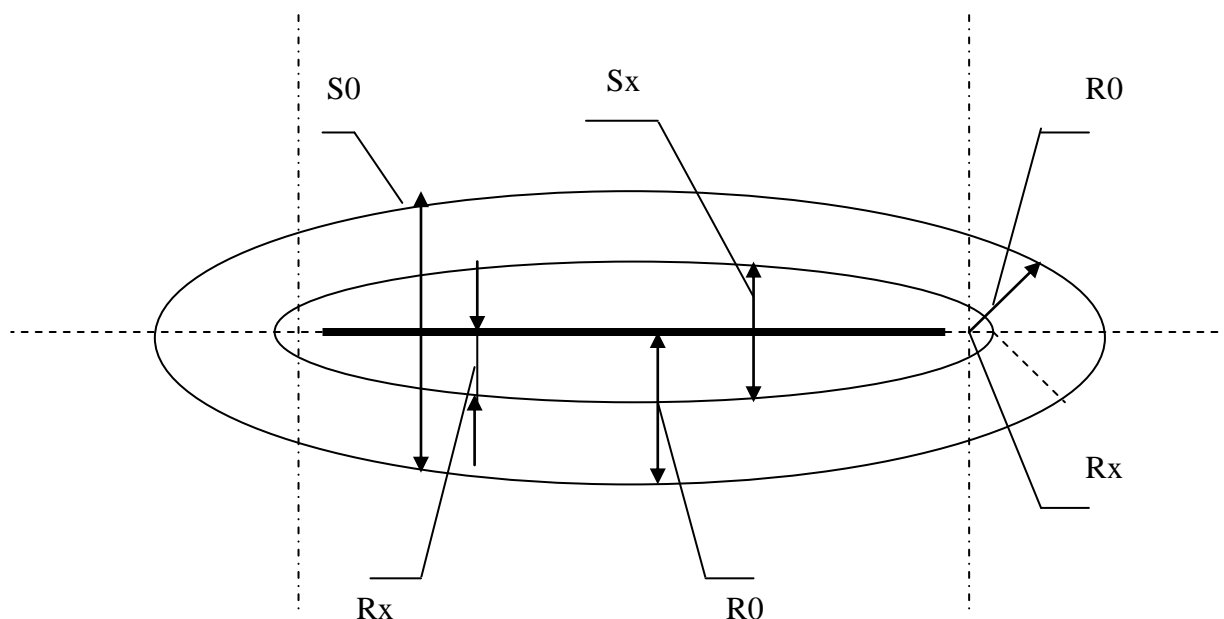


Рисунок 4.6 – Схема установки молниеотвода

4.5 Расчет зануления

В качестве меры безопасности от поражения электрическим током предлагается расчет зануления, как наиболее эффективного способа оградить обслуживающий персонал от возможных последствий поражения электрическим током. При выборе данного способа мы исходим из того, что в электроустановках напряжением до 1кВ с заземленной нейтралью защитное заземление не обеспечивает защиты людей, а лишь снижает напряжение, под которым окажется человек, коснувшийся корпуса, равным половине фазного напряжения U_f , зануление обеспечивает автоматическое отключение участка сети, на котором произошел пробой на корпус.

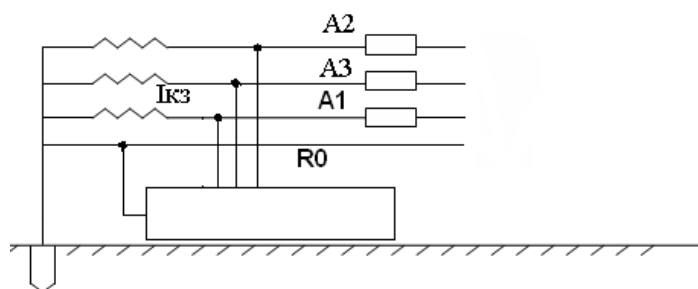


Рисунок 4.7 - Принципиальная схема зануления

Электрическое питание проектируемого помещения осуществляется через электрический распределительный щиток от понижающего масляного трансформатора. Расстояние между трансформатором и щитком 200 м,

потребляемая мощность на каждой фазе не более 5 кВт. Принципиальная схема зануления приведена на рисунке 4.7

A1, A2, A3 – аппарат защиты (предохранитель или автоматический выключатель),

R₀ – заземление нейтрали.

При замыкании фазы на зануленный корпус электроустановка автоматически отключается, если значение тока КЗ I_{кз} удовлетворяет условие

$$I_{кз} > k \times I_{ном}, \quad (4.16)$$

где k – коэффициент кратности номинального тока;

I_{ном} – номинальный ток.

Как видно из схемы на рисунке 4.8, ток КЗ в фазном проводе зависит от фазного напряжения сети (U_ф) и полного сопротивления цепи, складывающегося из полных сопротивлений обмотки трансформатора Z_{т/3}, фазного проводника Z_ф, нулевого защитного проводника Z_н, внешнего индуктивного сопротивления петли: фазный проводник – нулевой защитный проводник X_п.

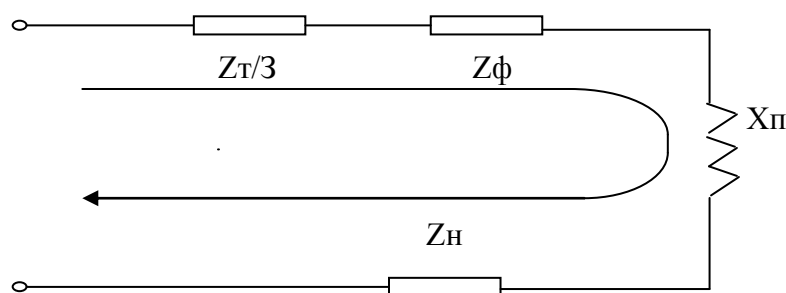


Рисунок 4.8 – Расчетная схема зануления

В этом случае выражение для I_{кз} в комплексной форме будет /33/:

$$I_{кз} = U_{ф} / (Z_{т/3} + Z_{ф} + Z_{н} + X_{п}), \quad (4.17)$$

где Z_т – комплекс полного сопротивления обмоток трехфазного источника тока (трансформатора);

Z_а = R_ф + jX_ф – комплекс полного сопротивления фазного провода;

Z_н = R_н + jX_н – комплекс полного сопротивления нулевого проводника;

R_ф, R_н – активное сопротивление фазного и нулевого проводников;

X_ф, X_н – внутренние индуктивные сопротивления фазного и нулевого проводников;

X_п – внешнее индуктивное сопротивление контура (фазный проводник – нулевой проводник).

Иначе эту формулу можно записать в следующем виде /33/:

$$I_{k3} = U_{\phi} / (Z_T / 3 + \sqrt{(R_{\phi} + R_N)^2 + (X_{\phi} + X_N + X_P)^2}), \quad (4.18)$$

Для того, чтобы рассчитать I_{k3} , необходимо предварительно выбрать тип и марку кабеля, затем произвести вычисления исходя из характеристик кабеля.

Так как потребляемая мощность каждой из фаз не превышает 5 кВт, весь дальнейший расчет привожу для одной из фаз. Номинальный ток для этой фазы будет /33/:

$$I_{ном} = (5 \times I_{нагр}) / 2.5, \quad (4.19)$$

где $I_{нагр}$ – ток нагрузки

$$I_{нагр} = P / (\sqrt{3} \times U \times \cos \varphi), \quad (4.20)$$

$$I_{нагр} = 5000 / (\sqrt{3} \times 380 \times 0.8) = 9,5 \text{ А}$$

Следовательно, номинальный ток потребления /33/:

$$I_{ном} = 2 \times I_{нагр}, \quad (4.21)$$

$$I_{ном} = 2 \times 9,5 = 19 \text{ А}$$

Вследствие того, что в последнее время широкое распространение получают автоматические системы «быстро восстанавливающегося действия», в качестве выключателей максимальной защиты используют автоматические выключатели. Автоматические выключатели имеют только электромагнитный расцепитель, срабатывающий без выдержки времени, $k=1.4$, тогда по формуле (4.16):

$$k \times I_{ном} \geq 1.4 \times 19 = 27 \text{ А}$$

Для обеспечения монтажного цеха потребностями в электричестве достаточно воспользоваться двадцати пяти киловатным, масляным, трехфазным трансформатором.

Выбираю двадцати пяти киловатный трансформатор с $Z_T = 0.906 \text{ Ом}$. Наиболее подходящий кабель ААШвУ 4х6. Питающие жилы и оплетка этого кабеля выполнены из алюминия. Значения активных сопротивлений алюминиевых проводников определяются так /33/:

$$R_{\phi} = \rho \times l / S, \quad (4.22)$$

где $\rho = 0.028 \text{ (Ом} \times \text{мм}^2/\text{м)}$ – удельное сопротивление алюминия,
 l – длина проводников (м),

S – сечение проводников (мм).

Активное сопротивление фазного проводника:

$$R_{\phi} = R_n = 0.028 \times 200/6 = 1 \text{ Ом}$$

Величина внутреннего индуктивного сопротивления X_{ϕ} алюминиевых проводников сравнительно мала (около 0.0156 Ом/км), поэтому ею можно пренебречь.

Таким образом I_{k3} , необходимый для срабатывания защиты определяется /33/:

$$I_{k3} = 220 / (Z_T/3 + \sqrt{(R_{\phi} + R_n)^2}), \quad (4.23)$$

$$I_{k3} = 220 / (0.906/3 + \sqrt{(1+1)^2}) = 51 \text{ А}$$

Для того, чтобы обеспечить отключающую способность системы необходимо выбрать автоматический выключатель. Значение I_{k3} удовлетворяет условие (16):

$$I_{k3} > k \times I_{ном}$$

$$51 > 27$$

Напряжение прикосновения при этом /33/:

$$U_k = I_{k3} \times Z_n, \quad (4.24)$$

$$U_k = 51 \times \sqrt{1} = 51 \text{ В}$$

Ток, проходящий через тело человека /33/:

$$I_h = U_k / R_h, \quad (4.25)$$

где R_h – сопротивление тела человека,

$$I_h = 51/1000 = 5.1 \text{ мА}$$

Таким образом, такая величина тока не является опасной для жизни человека.

По окончании монтажных работ, а также в процессе эксплуатации системы зануления необходимо проверять соответствие зануления требованиям «Правил устройств электроустановок» (ПУЭ). Для этого следует: измерять сопротивления заземления нейтрали и повторных заземлений нулевого проводника (если таковые имеются), проверять состояния элементов

заземляющих устройств, целостность зануляющей сети, в том числе цепи, между нулевым защитным проводником и зануленным оборудованием, измерять сопротивление петли «фаза – ноль». Выполнять требования согласно ГОСТ 12.1.038-82 «Система стандартов безопасности труда. Электробезопасность. Предельно допустимые уровни напряжений прикосновения и токов».

5 Бизнес - план

5.1 Сущность проекта

В данной работе будет представлен процесс внедрения сотовой системы связи стандарта CDMA 450 в городе Каскелен Алматинской области. Здесь есть огромная перспектива для получения выручки новым компаниям, бизнесменам и фирмам, так как местоположение Каскелена близка к финансовому центру – Алматы. Нуждающихся в услуге телефонной связи абонентов постоянно растет. Таким образом, причины внедрение в городе Каскелен оператора сотовой связи со стандартом CDMA 450 являются:

- необходимо обеспечить население связью;
- организовать дополнительные рабочие места;
- максимально удовлетворить потребности конкретных целевых групп.

Настоящий бизнес-план предусматривает создание фирмы способной эффективно работать на открытом для всех, в том числе и для конкурентов, поле деятельности. Создание подобной фирмы предполагает грамотный выбор такой рыночной ниши, где фирма могла бы строить свою долгосрочную стратегию, установив перспективную схему налаживания деловых связей, ведя оптимальную ценовую политику, заботясь о поощрении и поддержке своих постоянных клиентов, расширяя спектр своей деятельности и тем, самым, снижая риски в своей деятельности.

5.2 Характеристики проекта

Рассмотрим такие виды услуг как:

- скоростное использование Интернета (стабильная скорость около 80 % кбит/с), передача данных, причем для перекачки данных из Интернета 90% трафика направлено от БС к абоненту;
- универсальные услуги связи, передача голоса;
- передача факса.

Стандарт CDMA 450 МГц – открывает новую перспективу и возможность, это принципиально новый уровень информационных услуг и передачи голоса. Рассмотрим всё население в качестве потенциальных потребителей. Перечень предлагаемых услуг будет интересен практически всему населению, поскольку является новым видом на существующем рынке.

5.3 Маркетинг

Цели и задачи:

- появления экономически эффективного решения для небольшого сегмента рынка;
- появления такого вида услуг как Интернет (передача данных), передача голоса и факса (универсальная услуга связи);
- максимально использовать диапазон арендуемых частот, за счёт увеличения емкости приемо-передающего оборудования;
- создание при необходимости увеличение надёжной сети связи, дополняющая уже существующие средства сельской проводной телефонной связи;
- организовать оперативно-временное обслуживание групп абонентов при самых различных ситуациях (реконструкция действующей сельской сети связи, плановые сельскохозяйственные работы);
- целью данного маркетинг плана является успешное выполнение своих задач при которых она может создать условия для работы фирмы;
- максимальное количество абонентов, потребность при которой фирма может удовлетворить за определенной период времени, и считается показателем рыночной возможности фирмы.

Необходимо учитывать следующие ценообразования:

- цена конкурентов на похожие услуги;
- уникальность услуг;
- себестоимость услуг;
- цена, определяющая спросом на данные услуги.

Цены не должны быть больше, чем у конкурентов на уже существующие услуги, такие как Интернет, универсальные услуги. Однако при создании имиджа конкурентно способной компании необходимо придерживать цены на относительно высоком уровне. Но если виды услуг новые они могут быть максимально высокими. «Высокая качество – высокая цена» - именно на этом принципе должна строиться ценовая политика фирмы. Также нужно рассмотреть такие возможности фирмы как введение скидки, льготы и т.д. Таким образом должно учитываться следующие моменты:

- цена конкурентов (таблицы 5.1, 5.2):
- средняя валовая издержка для производства (услуг) в одну минуту. (Переменные + постоянные затраты), количество рабочих часов.

Для продвижения этих услуг на рынке необходимо применять методы стимулирования продаж, которые создают дополнительные преимущества для нашей фирмы перед конкурентами. В качестве некоторых из них можно рассмотреть:

- возможность приобретения услуги по безналичному расчету. То есть возможность для фирм оплачивать услуги связи своих сотрудников с максимальным удобством для себя;
- скидки для постоянных клиентов (или дополнительные услуги,

предлагаемые бесплатно);

- проведение специализированных вечеринок.

Важным фактором стимулирования продаж услуг является стимулирование работы персонала фирмы.

При разработке проекта, а также его внедрения должна существовать реклама, без рекламы проект не получит дальнейшего продвижения, следовательно на него не будет спроса. Известно: «реклама – двигатель торговли!»

Рекомендации по внедрению:

- изготовление рекламных аудио и видео роликов с демонстрацией их на республиканских теле- радио - каналах областных центров и крупных городов области;
- централизованное изготовление указателей, плакатов, буклетов и другой печатной продукции на казахском и русском языках, рекламирующих услуги телекоммуникаций, для распространения их в областях;
- WEB-страница с сети Internet.

5.4 Организационный план

Неотъемлемой частью проекта является организационный план. В нашем же случае произведем расчеты на собственно саму покупку, её доставку, установку и запуск оборудования сотовой связи стандарта CDMA 450, производителем ZTE. Гарантийный срок службы 3 года, хорошая техническая характеристика, совместимость с оборудованием других производителей и относительно не дорогая цена оборудования, именно этими критериями и обусловлена в выборе именно этого производителя.

Необходимо установить одну центральную БС в городе Каскелен для осуществления данного проекта. Так как численность клиентов не будет больше 5000, в первый год работы всё данное оборудование, не будет нуждаться в увеличении числа станции и модернизации.

5.5 Производственный план

Обязанности главного инженера: контроль над разработкой, установкой, настройкой и обслуживанием системы сотовой связи.

Обязанности исполнителя-разработчика: проектирование, расчет и мониторинг сети сотовой связи.

Обязанности Инженера-электронщика: установка систем питания, систем доступа к ГТС, установка фидерных трактов, систем GPS, РРЛ с последующим техническим обслуживанием, инсталляция, запуск, настройка программного обеспечения сети с последующим обслуживанием.

5.6 Финансовый план

Экономическая целесообразность внедрения сотовой связи стандарта CDMA для пользователей заключается в низких тарифах на предлагаемые услуги потребителю по сравнению с тарифами стандарта GSM.

Целью определения расходов (эксплуатационных затрат) является расчет их необходимой величины для обеспечения нормальной производственной и коммерческой деятельности предприятия.

5.7 Капитальные затраты

Транспортные расходы, составляют 3% от стоимости всего оборудования.

$$K_{\text{тр}} = 0,03 \cdot K_0 = 0,03 \cdot 6223872 = 186716 \text{ тенге}$$

Транспортные расходы, составляют 3% от стоимости всего оборудования.

$$K_{\text{тр}} = 0,03 \cdot K_0 = 0,03 \cdot 43660000 = 130980 \text{ тенге}$$

Монтаж оборудования, пуско-наладка производится инженерами монтажниками АО «Казахтелеком», расходы составляют 1% от стоимости всего оборудования.

$$K_{\text{м}} = 0,01 \cdot K_0 = 0,01 \cdot 43660000 = 436600 \text{ тенге}$$

Расходы по проектированию и разработки проекта составляют 0,5% от стоимости всего оборудования.

$$K_{\text{пр}} = 0,005 \cdot K_0 = 0,005 \cdot 43660000 = 218300 \text{ тенге}$$

Общая сумма капитальных вложений по реализации проекта составляет:

$$K_{\Sigma} = 43660000 + 1309800 + 436600 + 218300 = 45624700 \text{ тенге}$$

5.7.1 Эксплуатационные расходы

Текущие затраты на эксплуатацию данной системы связи определяются по формуле:

$$\mathcal{E}_p = \text{ФОТ} + O_c + A_o + \mathcal{E} + H + M + C_{\text{адм}} \quad (5.2)$$

где ФОТ – фонд оплаты труда;

O_c – отчисления на соц. нужды;

АО – амортизационные отчисления;

Э – затраты на электроэнергию;

Н – накладные затраты;

М – расходы потраченные на материалы;

С_{адм} – прочие административные, управленческие расходы.

Фонд оплаты труда

В штате данного проекта состоит 2 инженера-техника, 2 оператора, 2 программиста. Месячная зарплата у инженера-техника составляет 150000 тенге, у оператора 90000 тенге, у программиста 100000 тенге (см. таблицу 11.2)

Таблица 11.2 – Заработная плата сотрудников

Должность	Количество	Месячная заработная плата	Суммарная месячная заработная плата	Годовая заработная плата, тенге
Инженер-техник	1	150000	150000	1800000
Оператор	2	60000	120000	1440000
Программист	1	90000	90000	1080000

Затраты по оплате труда рассчитываются по формуле:

$$\text{ФОТ} = \text{З}_{\text{осн}} + \text{З}_{\text{доп}} \quad (5.3)$$

где $\text{З}_{\text{осн}}$ – основная заработная плата,

$\text{З}_{\text{доп}}$ – дополнительная заработная плата.

Основная заработная плата в год будет:

$$\text{З}_{\text{осн}} = 4320000 \text{ тенге}$$

Дополнительная заработная плата составляет 10% от основной заработной платы:

$$\text{З}_{\text{доп}} = 0,1 \cdot \text{З}_{\text{осн}} \quad (5.4)$$

$$\text{З}_{\text{доп}} = 0,1 \cdot 4320000 = 432000$$

Общий фонд оплаты труда за год составит:

$$\text{ФОТ} = 4320000 + 432000 = 4752000 \text{ тенге}$$

Расчет затрат по социальному налогу

В соответствии со статьей 317 Налогового кодекса РК социальный налог начисляется по специальной сетке в зависимости от размера начисленного дохода. Ставка составляет 11% и рассчитывается по формуле:

$$O_c = 0,11 \cdot (\text{ФОТ} - \text{ПО}) \quad (5.5)$$

где ПО – отчисления в пенсионный фонд

ФОТ – фонд оплаты труда

0,11 – ставка на социальные нужды

ПО составляют 10% от ФО

$$\text{ПО} = 0,1 \cdot 4752000 = 475200 \text{ тенге}$$

Тогда социальный налог будет равен:

$$O_c = 0,11 \cdot (4752000 - 475200) = 470448 \text{ тенге}$$

5.7.2 Расчет затрат на амортизацию

Амортизационные отчисления берутся исходя из того, что норма амортизации на оборудование связи составляет 25% :

Амортизация вычисляется по следующей формуле:

$$A_0 = N_A \cdot \sum K, \quad (5.6)$$

где N_A - норма амортизации;

$\sum K$ – стоимость оборудования без НДС + затраты на монтажные и транспортные расходы.

Тогда амортизационные отчисления составляют:

$$A_0 = N_A \cdot \sum K = 0.25 \cdot 45624700 = 11406175 \text{ тенге}$$

5.7.3 Расчет затрат на электроэнергию

Затраты на электроэнергию для производственных нужд в течении года, включают в себя расходы электроэнергии на оборудование и дополнительные нужды:

$$\mathcal{E} = \mathcal{Z}_{\text{эл.обор}} + \mathcal{Z}_{\text{доп.нуж}} \quad (5.7)$$

где: $\mathcal{Z}_{\text{ЭЛ.ОБОР.}}$ – затраты на электроэнергию для оборудования;

$\mathcal{Z}_{\text{ДОП.НУЖ.}}$ – затраты на дополнительные нужды;

Затраты электроэнергии на оборудование рассчитывается по формуле

$$\mathcal{Z}_{\text{эл. обор.}} = W \cdot T \cdot S \cdot 24 \cdot 12 \quad (5.8)$$

где W – потребляемая мощность,

$W=16,8\text{кВт}$;

T – время работы-24 часа;

S – тариф, равный 1 кВтч=16,02тг [5];

365– количество дней в году;

$$\mathcal{Z}_{\text{эл.обор.}} = 16,02 \cdot 16,8 \cdot 24 \cdot 365 = 2\,357\,631 \text{ тенге}$$

Затраты на дополнительные нужды составляют 5% от затрат на оборудование, рассчитывается по формуле:

$$\mathcal{Z}_{\text{доп.нуж.}} = 0,05 \cdot \mathcal{Z}_{\text{эл.обор}} \quad (5.9)$$

где $\mathcal{Z}_{\text{ЭЛ.ОБОР}}$ - затраты на электроэнергию для оборудования;

Затраты на электроэнергию для дополнительных нужд

$$C = 0,05 \cdot 2357631 = 117881 \text{ тенге}$$

Тогда суммарные затраты на электроэнергию будут равны:

$$\mathcal{E} = 2357631 + 117881 = 2475512 \text{ тенге}$$

5.7.4 Расчет прочих административных, управленческих затрат

Стоимость прочих административных расходов составляет 30% от годового фонда заработной платы:

$$C_{\text{адм}} = 4752000 \cdot 0,3 = 1425600 \text{ тенге}$$

5.7.5 Расчет накладных затрат

Накладные расходы составляют 40 % от всех затрат и рассчитываются по формуле:

$$H = 0,4 * (\text{ФОТ} + O_c + A + \Xi) = 0,4 \cdot (4752000 + 470448 + 11406175 + 2475512) = 7641654 \text{ тенге}$$

5.7.6 Расходы на материалы

Материалы, использованные при технической реализации проекта составляют 2% от стоимости коммутационного оборудования:

$$M = 43660000 \cdot 0,02 = 873200 \text{ тенге}$$

Результаты расчета годовых эксплуатационных расходов проекта в таблице 5.3

Таблица 5.3 – Годовые эксплуатационные расходы

Показатель	Сумма тенге
ФОТ	8976000
Отчисления на социальные нужды (Ос)	888624
Амортизационные отчисления (А0)	163945
Затраты на электроэнергию (Ξ)	2475512
Расходы на материалы (М)	124477
Накладные расходы (Н)	5001632
Административные затраты (С _{адм})	2692800
Итого	20322990

$$\Xi = 4752000 + 470448 + 11406175 + 2475512 + 7641654 + 873200 + 1425600 + 266455 + 6120000 = 35431044 \text{ тенге}$$

5.7.7 Расчет основных доходов

В среднем каждый абонент тратит в месяц 1200 тенге на услуги сотовой связи, из которых по статистике 50% (600 тенге) на исходящие звонки, 50% на прочие услуги оператора (200 тенге на отправку SMS (коротких сообщений), 300 тенге на звонки внутри сети, 100 тенге на доступ в Интернет).

Следовательно, ежемесячно каждый из абонентов в среднем пользуется:
- услугами исходящих звонков:

$$T_{исх} = G_{исх} / N_{исх}, \quad (5.10)$$

где $G_{исх}$ – предполагаемая сумма, затрачиваемая абонентом на исходящие звонки;

$N_{исх}$ – тариф одной минуты исходящего звонка;

$$T_{исх} = 600 / 32 = 18,75 \text{ минут};$$

- услугами отправки коротких сообщений SMS:

$$T_{sms} = G_{sms} / N_{sms}, \quad (5.11)$$

где G_{sms} – предполагаемая сумма, затрачиваемая абонентом на SMS;

N_{sms} – тариф отправки одного SMS;

$$T_{sms} = 200 / 5,5 = 36 \text{ штук};$$

- услугами доступа в Интернет:

$$T_i = G_i / N_i, \quad (5.12)$$

где G_i – предполагаемая сумма, затрачиваемая абонентом на получение информации посредством доступа в Интернет;

N_i – тариф использования шлюза Интернет;

$$T_i = 100 / 45 = 2.2 \text{ минуты}$$

- услугами звонков внутри сети:

$$T_{внс} = G_{внс} / N_{внс}, \quad (5.13)$$

где $G_{внс}$ – предполагаемая сумма, затрачиваемая абонентом на звонки внутри сети;

$N_{внс}$ – тариф одной минуты внутри сети;

$$T_{внс} = 300 / 2 = 150 \text{ минут},$$

Расчет ожидаемых годовых доходов:

- от услуг исходящих звонков с учетом тарифа АО «Казахтелеком»:

$$S_{исх} = 12 \cdot V_{исх} \cdot (T_{исх} - T_{кт}) \cdot n, \quad (5.14)$$

где n – число предполагаемых абонентов сети;

$V_{исх}$ – объем продаж единиц в месяц;

Ткт – тариф АО «Казахтелеком» за пользование коммутатором.

$$S_{сх} = 12 \cdot 18.75 \cdot (32 - 8) \cdot 10000 = 54\,000 \text{ тыс.тенге};$$

- от услуг отправки SMS:

$$S_{sms} = 12 \cdot V_{sms} \cdot T_{sms} \cdot n, \quad (5.15)$$

где n – число предполагаемых абонентов сети;

V_{sms} – объем продаж единиц SMS в месяц;

T_{sms} – тариф за отправку одного SMS.

$$S_{sms} = 12 \cdot 36 \cdot 5.5 \cdot 10000 = 23\,760 \text{ тыс.тенге};$$

- от звонков внутри сети:

$$S_{внс} = 12 \cdot V_{внс} \cdot T_{внс} \cdot n, \quad (5.16)$$

где n – число предполагаемых абонентов сети;

$V_{внс}$ – объем продаж единиц в месяц;

$T_{внс}$ – тариф за одну минуту разговора внутри сети.

$$S_{внс} = 12 \cdot 150 \cdot 2 \cdot 10000 = 36\,000 \text{ тыс.тенге};$$

- от услуг использования Интернета:

$$S_i = 12 \cdot V_i \cdot T_i \cdot n, \quad (5.17)$$

где n – число предполагаемых абонентов сети;

V_i – объем продаж интернет-минут в месяц;

T_i – тариф за одну интернет-минуту;

$$S_i = 12 \cdot 2.2 \cdot 45 \cdot 10000 = 11\,880 \text{ тыс.тенге};$$

Общий доход:

$$S = S_{сх} + S_{sms} + S_{инф} + S_i + S_T + S_{АИС}, \quad (5.18)$$

$$S = 54\,000 + 23\,760 + 36\,000 + 11\,880 = 281\,790 \text{ тыс. тенге}$$

5.7.8 Расчет доходов от внедрения системы

Произведем расчет чистого дохода компании по формуле:

$$\Pi = D_0 - \text{Э} \quad (5.19)$$

где DO – доходы от основной деятельности;
 Ξ – эксплуатационные расходы.

$$\Pi = 125640000 - 35431044 = 90208956 \text{ тенге}$$

Рассчитаем коэффициент общей экономической эффективности капитальных вложений по формуле:

$$E = \frac{\Pi}{\Sigma K} = \frac{90208956}{45624700} = 1,97 \quad (5.20)$$

Срок окупаемости капитальных вложений определим по формуле:

$$T = \frac{1}{E} = \frac{1}{1,97} = 0,5 \text{ года} \quad (5.21)$$

По аналогии произведем расчет для последующих пяти лет эксплуатации оборудования.

Для четкого понимания насколько окупятся вложения средств завтрашними выгодами, произведем расчет показателей чистой приведенной стоимости (NPV), Индекса рентабельности инвестиций (PI), внутренней нормы доходности (IRR) и дисконтированного срока окупаемости инвестиций (DPP).

Определим коэффициент дисконтирования:

$$\alpha_t = \frac{1}{1+r^t}, \quad (5.22)$$

где α_t – коэффициент дисконтирования;
 r – норма дисконта;
 t – номер шага расчета (год).

$$\alpha_1 = \frac{1}{(1 + 0,25)^1} = 0,8$$

$$\alpha_2 = \frac{1}{(1 + 0,25)^2} = 0,64$$

$$\alpha_3 = \frac{1}{(1 + 0,25)^3} = 0,512$$

$$\alpha_4 = \frac{1}{(1 + 0,25)^4} = 0,409$$

$$\alpha_5 = \frac{1}{(1 + 0,25)^5} = 0,327$$

Общая накопленная величина дисконтированных доходов рассчитывается по формуле:

$$PV = \sum_{t=1}^n \frac{P_t}{(1+r)^t} = \sum_{t=1}^n P_t \cdot \alpha_t \quad (5.23)$$

где n – число периодов реализации проекта;

P_t – чистый поток платежей в периоде t .

$$PV = P_t \cdot \alpha_t \quad (5.24)$$

$$PV_1 = 90208956 \cdot 0,8 = 72,16 \text{ млн. тенге}$$

$$PV_2 = 90208956 \cdot 0,64 = 57,73 \text{ млн. тенге}$$

$$PV_3 = 90208956 \cdot 0,512 = 46,18 \text{ млн. тенге}$$

$$PV_4 = 90208956 \cdot 0,409 = 36,89 \text{ млн. тенге}$$

$$PV_5 = 90208956 \cdot 0,327 = 29,49 \text{ млн. тенге}$$

$$PV = 242481115 \text{ млн. тенге}$$

Чистая приведенная стоимость (Net Present Value – NPV) относится к группе методов дисконтирования денежных потоков или DCF-методов.

Пусть I_0 – сумма первоначальных затрат, т.е. сумма инвестиций на начало проекта, PV – современная стоимость денежного потока на протяжении экономической жизни проекта.

Текущая стоимость затрат (I_0) сравнивается с текущей стоимостью доходов (PV). Разность между ними составляет чистую текущую стоимость проекта (NPV):

$$NPV = PV - I_0 \quad (5.25)$$

$$NPV = 242481115 - 196856415 = 196856415 \text{ млн. тенге}$$

Если рассчитанная таким образом чистая современная стоимость потока платежей имеет положительный знак ($NPV > 0$), это означает, что в течение своей экономической жизни проект возместит первоначальные затраты, обеспечит получение прибыли согласно заданному стандарту, а также ее некоторый резерв, равный NPV. Если $NPV < 0$, то проект имеет

доходность ниже рыночной и поэтому проект следует отвергнуть. Если $NPV=0$, то проект не является ни прибыльным, ни убыточным.

Индекс рентабельности (доходности) инвестиций (PI) представляет собой отношение суммы приведенных эффектов к величине инвестиционных затрат. Индекс рентабельности (PI) рассчитывается по формуле:

$$PI = \frac{PV}{I_0} \quad (5.26)$$

$$PI = \frac{242481115}{196856415} = 53,14$$

Очевидно, что если $PI > 1$, то проект следует принять; $PI < 1$, то проект следует отвергнуть; $PI = 1$, то проект ни прибыльный, ни убыточный.

Внутренняя норма доходности инвестиций (IRR) представляет собой ту норму дисконта (r вн.) при которой дисконтированные доходы от проекта равны инвестиционным затратам. $IRR=r$, при котором $NPV=f(r)=0$.

Внутренняя норма доходности определяет максимально приемлемую ставку дисконта, при которой можно инвестировать средства без каких-либо потерь для собственника. Её значения находят исходя из следующего уравнения:

$$\sum_{t=1}^n \frac{P_t}{(1+r)^t} - I_0 = 0 \quad (5.27)$$

IRR определяется методом итерации (перебора) значений норм дисконта (большим, чем заданная r) с тем, чтобы PV приблизительно сравнялось со значением I_0 и затем сравнивается с требуемой инвестором нормой дохода на вкладываемый капитал. Если IRR равна или больше требуемой инвестором нормы дохода на капитал, то инвестиции в данный проект оправданы, в противном случае, инвестиции в данный проект нецелесообразны.

Срок окупаемости инвестиций – один из самых простых и широко распространен в мировой практике, не предполагает временной упорядоченности денежных поступлений.

Он состоит в вычислении количества лет, необходимых для полного возмещения первоначальных затрат, т.е. определяется момент, когда денежный поток доходов сравняется с суммой денежных потоков затрат (расчет чистой текущей стоимости с нарастающим итогом). Если прибыль распределена неравномерно, то срок окупаемости рассчитывается прямым подсчетом числа лет, в течение которых инвестиция будет погашена кумулятивным доходом. Общая формула расчета показателя DPP имеет вид:

$$DPP = t, \text{ при котором } P_t > I_0 \quad (5.28)$$

$$DPP = \frac{45624700}{90208956} = 0,5$$

Произведем все приведенные выше расчеты с помощью табличного процессора MS Excel. Полученные данные занесем в таблицу 5.

Внутреннюю норму доходности также определим с помощью табличного процессора MS Excel путем перебора норм дисконта, выше заданного, то есть больше 20%.

В нашем случае $NPV > 0$ (NPV млн. тенге), это означает, что в течение своей экономической жизни проект возместит первоначальные затраты, обеспечит получение прибыли согласно заданному стандарту, а также ее некоторый резерв, равный NPV .

Кроме того $PI > 1$ ($PI = 4,45$), поэтому проект следует принять. Логика критерия PI такова: он характеризует доход на единицу затрат. В отличие от чистого приведенного эффекта индекс рентабельности является относительным показателем.

Заключение

Сети стандарта CDMA – 450 открывают новый сектор рынка фиксированных и подвижных услуг – высокоскоростные мультимедийные услуги. Сельское население будет иметь возможность пользоваться как универсальными услугами связи, так и услугами Интернет, телемедицины и телеобучения через мобильный и фиксированный доступ сети.

Целесообразность применения систем абонентского доступа (WWL) в сельской местности обусловлено такими факторами как:

- высокая скорость развертывания. Системы WWL позволяют в короткие сроки развернуть систему большой абонентской емкости;
- простота и быстрота наращивания. Для подключения к системе нового абонента достаточно обеспечить его номером и абонентским терминалом;
- практическое отсутствие ограничений по рельефу местности. Передача сигнала обеспечивается независимо от рельефа местности благодаря возможности размещения БС на господствующих высотах и использованию ретрансляторов;
- стоимость системы не растет с увеличением расстояния (в пределах допустимых радиусов зон обслуживания БС) до абонента;
- гибкая политика инвестирования создаваемой сети. Проводная инфраструктура требует крупномасштабных инвестиций, которые существенно опережают прогнозируемые потребности в количестве абонентских линий и не всегда оказываются оправданными, тогда как беспроводная технология допускает инвестирование мелкими шагами, более точно отслеживающими прогнозируемые потребности;
- относительно небольшая стоимость обслуживания. В данном случае исключается случайное или преднамеренное повреждение инфраструктуры связи, например, кабельных коммуникаций. Система обеспечивает эффективную диагностику неисправностей.

Мировой опыт показывает, что сети CDMA – 450 по темпам развития существенно опережают сети UMTS. Таким образом, есть достаточно высокие основания полагать, что если в Казахстане будут созданы условия для успешного развития сетей стандарта CDMA – 450, их доля на рынке телекоммуникационных услуг по средствам беспроводного доступа сельскому населению и мобильной связи может быть довольно значительной.

Список литературы

1. Олифер В.Г., Олифер Н.А. Компьютерные сети (принципы, технологии, протоколы). - Киев – Харьков – Минск.: Питер, 2006.
2. Витая пара <https://ru.wikipedia.org/wiki> (29.04.2016).
3. Карпов Геннадий // citforum.ru // Кабельные системы локальных вычислительных сетей <http://citforum.ru/nets/articles/cable> (02.05.2016).
4. Характеристика кабеля <http://citforum.ru/nets/articles/cable> (02.05.2016).
5. Описание сетевого оборудования <http://www.dlink.ru/> (05.05.2016).
6. Описание компании производителя <http://www.tp-link.com/kz/about.html>.
7. Компания IBM, файловый сервер http://betafinance.ru/us_companies/international-business-machines-corporation-ibm.html.
8. Описание ОС http://citforum.ru/operating_systems/netware/contents.shtml (07.05.2016).
9. Схема помещений «КазСтройСервис» // kazstroy-service.kz // Организационный план <http://www.kazstroy-service.gba.kz/> (10.04.2016).
10. Е.Ю. Елизарова «Расчет параметров медного кабеля». АИЭС. Алматы 2009.
11. Абдимуратов Ж.С., Мананбаев С.Е. Безопасность жизнедеятельности. «Расчет естественного и производственного освещения». АИЭС. Алматы 2009.
12. Ф.Р. Жандаулетова, А.С. Бегимбетова. Безопасность жизнедеятельности. «Расчет системы кондиционирования». АИЭС. Алматы 2009.
13. Официальный сайт компании // kazstroy-service.gba.kz // <http://www.kazstroy-service.gba.kz/>
14. Цены на сетевое оборудование взяты, источник // market.yandex.kz // https://market.yandex.kz/product/811627?was_redir=1&hid=91095&nid=55418&text=D-link%20DGE-528T&srnum=3 (21.05.2016).
15. Цена файлового сервера, источник // almaty.tomas.kz // <http://almaty.tomas.kz/p/921646-server-ibm-system-x3100-m4-2582k4g/>
16. Цена сетевого кабеля, источник // astana.satu.kz // <http://astana.satu.kz/p2653599-utp-cat5e> (21.05.2016).
17. Базылов К.Б., Алибаева С.А., Бабич А.А. МУ по выполнению экономического раздела. АИЭС. Алматы 2008.
18. Цены на электроэнергию, источник // esalmaty.kz/index // <http://www.esalmaty.kz/index.php/ru/rates-and-services/tariff-plans> (21.05.2016).

Приложение А

Расчеты по определению радиуса соты

$$\begin{aligned}
 57 - 10 \cdot \log(20) - 10 \cdot \log(0.35) &= 48.549 \\
 p_t &:= 48.549 \\
 48.549 - 14 + 2.5 &= 37.049 \\
 10 \cdot \log\left(10^{0.1 \cdot 5.7} + 10^{0.1 \cdot 51.5} + 10^{0.1 \cdot 46.94} + 10^{0.1 \cdot 41.5}\right) &= 53.114 \\
 58.49 - 14 + 2.5 &= 46.99 \\
 58.49 - 146 - 6.2 + 0 - 3 &= -96.71 \\
 48.55 - 146 - 6.2 + 0 - 3 &= -106.65 \\
 51.5 - 146 - 6.2 + 0 - 3 &= -103.7 \\
 46.94 - 146 - 6.2 + 0 - 3 &= -108.26 \\
 41.5 - 146 - 6.2 + 0 - 3 &= -113.7 \\
 -158.07 + 10 \cdot \log\left(\frac{1}{0.65} - 1\right) &= -160.758
 \end{aligned}$$

Рисунок А1 - Расчет полной мощности базовой станции и расчет принятой мощности мобильной станции от мобильной станции в разных условиях.

$$\begin{aligned}
 10 \cdot \log\left(10^{-9.761} - 10^{-10.665}\right) - 10 \cdot \log\left(1.2288 \cdot 10^6\right) &= -159.083 \\
 -108.26 - 10 \cdot \log(9600) - 10 \cdot \log\left[10^{0.1 \cdot (-156.05)} + 10^{0.1 \cdot (-165.98)}\right] &= 7.547 \\
 -113.7 - 10 \cdot \log(9600) - 10 \cdot \log\left[10^{0.1 \cdot (-155.82)} + 10^{0.1 \cdot (-165.98)}\right] &= 1.898 \\
 10 \cdot \log\left[10^{0.1 \cdot (-158.07)} - 10^{0.1 \cdot (-160.76)}\right] &= -161.426 \\
 10 \cdot \log\left[10^{0.1 \cdot (-171.03)} + 10^{0.1 \cdot (-172.79)}\right] &= -168.811 \\
 -171.03 + 10 \cdot \log\left(\frac{1}{0.65} - 1\right) &= -173.718 \\
 -120.7 - 10 \cdot \log(9600) - 10 \cdot \log\left[10^{0.1 \cdot (-168.8)} + 10^{0.1 \cdot (-168.98)}\right] &= 5.356 \\
 &+
 \end{aligned}$$

Рисунок А2 - Расчет плотности интерференции и отношении сигнал/шум.

