

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

Некоммерческое акционерное общество
АЛМАТИНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ЭНЕРГЕТИКИ И СВЯЗИ

кафедра «Компьютерные технологии»

«Допущен к защите»
Заведующий кафедрой КТ

(Ф.И.О., ученая степень, звание)

« » 20 г.
(подпись)

ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ

На тему: «Используя систему Alcatel внедрение GPRS»

Специальность Вычислительная техника и программное обеспечение

Выполнил (а) Рысбаев Д.А. БВТУ-10
(Фамилия и инициалы) группа

Научный руководитель Ерсаян А.А.
(Фамилия и инициалы, ученая степень, звание)

Консультанты:

по экономической части:

Ермишова З.Д. с.и.и.р.с.з.а.в.а.ш.и.л.л.
(Фамилия и инициалы, ученая степень, звание)
Ермишова « » 05 2014 г.
(подпись)

по безопасности жизнедеятельности:

Майгарбекова М.К., к.т.н., доцент
(Фамилия и инициалы, ученая степень, звание)
Майга- «23» 05 2014 г.
(подпись)

по применению вычислительной техники:

Ерсаян В.А.
(Фамилия и инициалы, ученая степень, звание)
Ер «24» 05 2014 г.
(подпись)

Нормоконтролер: Ерсаян А. А.
(Фамилия и инициалы, ученая степень, звание)
Ер «24» 05 2014 г.
(подпись)

Рецензент: Архабаев Д.
(Фамилия и инициалы, ученая степень, звание)
Ар «24» 05 2014 г.
(подпись)

Алматы 2014 г.

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

Некоммерческое акционерное общество
АЛМАТИНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ЭНЕРГЕТИКИ И СВЯЗИ

Факультет „Информационные технологии“
Специальность Вычислительная техника и программное обеспечение
Кафедра „Компьютерные технологии“

ЗАДАНИЕ

на выполнение дипломного проекта

Студент Рысбеков Васяан Амирбаевич
(фамилия, имя, отчество)

Тема проекта „Используя систему Alcatel внедрение GPRS“

утверждена приказом ректора № 115 от «24» сентября 2013 г.
Срок сдачи законченной работы «__» __ 20__ г.
Исходные данные к проекту требуемые параметры результатов проектирования (исследования) и исходные данные объекта

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

1. Выбор варианта внедрения блока PCU;
2. Организация структуры и состава сети GPRS;
3. Выбор оборудования опорной сети GPRS;
4. Построение сети GPRS на базе существующей сети GSM;
5. Техничко-экономическое обоснование;
6. Безопасность жизнедеятельности

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей)

Закиров З.Р., Надев А. со. связь
 В диплом. проекте 37-рисунков, 14-таблиц

Рекомендуемая основная литература

1. Закиров З.Р., Надев А.Ф., Файзуллин Р.Р. Сетевая связь стандарта GSM. Современное состояние, переход к сетям третьего поколения. 2004.
2. Беркулов А. Компьютерно-коммуникационные системы. Интернет-лекции - Алматы: АИЭС, 2007.
3. Основы экономики телекоммуникации (связи): уч. для вузов. Порешко М.А. и Голубицкой Е.А. 1997.
4. Кошурово А.П., Суляева М.Р. Производственное освещение. Методические указания к выполнению "Охрана труда" в дипломном проекте. - Алматы: АИЭС, 2005. - 40с.

Консультанты по проекту с указанием относящихся к ним разделов

Раздел	Консультант	Сроки	Подпись
Безопасн. помещений	Шайфарбекова М.К.	12-22.05.14	Шайфарбекова
Основная часть	Ермок Т.А.		Ермок
Экономика	Ермешева З.Д.	15.04-28.05.14	Ермешева

Г Р А Ф И К
подготовки дипломного проекта

№ п/п	Наименование разделов, перечень разрабатываемых вопросов	Сроки представления руководителю	Примечание
1.	Анализ существующей сети GSM	17.04.2014	
2.	Обоснование варианта построения сети GPRS	25.04.2014	
3.	Организационная структура и состав сети GPRS	25.04.2014	
4.	Обеспечение безопасности беспроводной сети	30.04.2014	
5.	Обоснование выбора оборудования Alcatel	30.04.2014	
6.	Построение сети GPRS	10.05.2014	
7.	Техико-экономическое обоснование	15.04.-28.05	
8.	Безопасность жизнедеятельности	22.05.2014.	
9.	Демонстрация на государственном уровне	20.05.2014	

Дата выдачи задания « » _____ 2014 г.

Заведующий кафедрой _____
(подпись) (Фамилия и инициалы)

Руководитель _____
(подпись) (Фамилия и инициалы)

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

АНДАТПА

Бұл дипломдық жобада GSM желісіне GPRS стандартын енгізуі қарастырылған. Қазіргі уақытта бүкіл әлемде GPRS стандарттың негізінде ұялы интернет кең көлемде қолданылады. Сонымен қатар дипломдық жобада Alcatel жабдықтауының қолдануымен GPRS желісін жобалаудың әр түрлі әдістері қарастырылған. Бұл стандарттың енгізуіне қажетті негізгі көрсеткіштер есептеледі. Дайындау процесі барысында бизнес-жоспар құрастырлады.

Сонымен қатар жобаның техникалық жақтармен қатар өміртіршілік қауіпсіздігі мәселелері қарастырылған.

АННОТАЦИЯ

В данном дипломном проекте рассматривается внедрение стандарта GPRS на базе уже существующей сети GSM. В настоящее время во всем мире широко применяется мобильный Интернет на базе стандарта GPRS. Также в дипломном проекте рассматриваются различные методы проектирования сети GPRS с использованием оборудования Alcatel. Производится расчет основных показателей необходимых для внедрения данного стандарта. В процессе разработки также составляется бизнес-план.

Также дипломный проект включает вопросы безопасности жизнедеятельности и освещены технические стороны проекта.

THE SUMMARY

In the given degree project introduction of standard GPRS on the basis of already existing network GSM is considered. Now all over the world the mobile Internet on the basis of standard GPRS is widely applied. Also in the degree project various methods of designing of network GPRS with use of equipment Alcatel are considered. Necessary calculation of the basic indicators is made for introduction of the given standard. In the course of working out the business plan also is made.

Also the degree project includes safety issues of ability to live and project technical aspects are shined

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	11
1 ХАРАКТЕРИСТИКИ ПАКЕТНОЙ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ GPRS	12
1.1 Особенности применения и построения системы GPRS	12
1.2 Применение физических и логических каналов в GPRS.....	17
1.3 Обработка данных на физическом уровне	23
1.4 Канальное кодирование	23
2 ИСПОЛЬЗУЯ СИСТЕМУ ALCATEL ВНЕДРЕНИЕ GPRS	27
2.1 Организация внедрения GPRS в существующую сеть GSM	27
2.2 Внедрение биллинга службы GPRS.....	36
2.3 Обоснование применения оборудования Alcatel.....	41
3 РАСЧЕТ ОСНОВНЫХ ПАРАМЕТРОВ GPRS УСЛУГ	58
3.1 Расчет зоны покрытия услуги GPRS	58
3.2 Обеспечение бесперебойного функционирования системы GPRS	62
3.3 Разработка программы для подсчета выделяемых TS под GPRS.....	64
4 ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ.....	67
4.1 Описание проекта	67
4.2 Цель проекта.....	68
4.3 Маркетинг.....	68
4.4 Услуги	69
4.5 Расчёт технико-экономических показателей	70
4.5.1 Расчёт капитальных затрат на приобретение оборудования и ввода его в эксплуатацию.	70
4.5.2 Расчет эксплуатационных расходов.	72
4.5.3 Оценка доходов.	74
4.5.4 Расчет срока окупаемости и абсолютного экономического эффекта.	74
5 БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ.....	79
5.1 Анализ помещения используемого для оборудования GPRS.....	79
5.1.1 Вентиляция, отопление и кондиционирование воздуха.....	80
5.1.2 Оценка электробезопасности.....	80
5.1.3 Пожарная безопасность.....	81
5.2 Расчет технического обеспечения безопасности жизнедеятельности ...	82
5.2.1 Расчет искусственного освещения.....	82
5.2.2 Расчет системы кондиционирования.....	86
5.2.3 Расчет защитного заземления.....	90
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	92
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	93
ПРИЛОЖЕНИЕ А	97

ВВЕДЕНИЕ

Существующие цифровые беспроводные стандарты продолжают развиваться с точки зрения емкости, покрытия, качества и скорости передачи данных. В современном мире, при насыщении абонентской базы, операторы стремятся повысить дополнительные услуги, многие из которых основаны на передаче данных. Именно об основной используемой на данный момент технологии передачи данных в сети GSM – GPRS (General Packet Radio Service) пойдет речь в данной дипломной работе.

Для расширения функциональности GSM сетей проводились и проводятся серии разработок по созданию и улучшению способов передачи данных в сети.

Самой первой технологией, которая появилась в сети GSM была технология передачи данных по стандартному каналу (CSD – или Circuit-Switched Data), которая позволяла получать скорости до 9,6 Кб/с, при этом занимался один голосовой канал.

Первым улучшением с точки зрения увеличения пропускной способности стала технология HSCSD (High-Speed Circuit-Switched Data), которая основана также на технологии коммутации каналов, с той лишь разницей, что позволяла мультиплексировать до 4 каналов в радиоэфире. Также был улучшен показатель скорости передачи на один канал до 14,4 Кб/с. Таким образом, в итоге удалось получить пропускную способность соединения в 57,6 Кб/с.

Следующим этапом развития стало появление технологии GPRS, которая основана на коммутации пакетов. Эта технология обеспечивала мобильность абонента и глобальное покрытие. По спецификации максимально возможной скоростью передачи данных для данной технологии является 160 Кб/с.

1 ХАРАКТЕРИСТИКИ ПАКЕТНОЙ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ GPRS

1.1 Особенности применения и построения системы GPRS

Передачу данных в классических сетях GSM производят с использованием технологии коммутации каналов. При этом на время всего сеанса связи между мобильной станцией и другим абонентом организуют дуплексный канал. Он находится в исключительном пользовании данной пары абонентов в течении всего сеанса связи, независимо от реальной загруженности канала.

Однако, работа в сети Internet, передача факсимильных сообщений, электронная почта и другие приложения характеризуются асимметричным трафиком и неравномерной передачей пакетов информации. Поэтому, передача данных на основе технологии коммутации каналов может оказаться крайне неэффективной с точки зрения использования ресурсов.

Низкая эффективность использования выделенных ресурсов особенно ощутима при необходимости работы с высокой скоростью передачи данных, когда мобильной станции выделяется несколько физических каналов – временных слотов (HSCSD).

Неэффективное использование ресурсов, в свою очередь, приводит к высокой стоимости сеанса связи: при передаче данных с использованием технологии коммутации каналов абонент платит за время занятия канала, а не за объем переданной информации.

Из сказанного не следует, что технология коммутации каналов лишена достоинств и не будет использоваться в будущем. Основная положительная черта технологии коммутации каналов – малое время задержки передаваемой информации. Основная сфера использования технологии коммутации каналов – передача телефонных сообщений. Для передачи данных коммутация каналов найдет применение при необходимости передачи однородного симметричного трафика с малой задержкой. Примером может служить передача данных в процессе видеоконференций.

Для повышения эффективности передачи данных в сетях GSM Европейским институтом стандартов в области телекоммуникаций (ETSI) была проведена принципиальная модернизация стандарта GSM, позволившая организовать новую базовую услугу передачи данных в пакетном режиме GPRS (General Packet Radio Service). В общей классификации услуг GSM GPRS имеет обозначение BS70. Основными документами, определяющими построение сетей GSM с поддержкой GPRS (GSM/GPRS), являются спецификации GSM. Базовый документ – спецификация GSM 03.60. Реализация GPRS интерфейсов и другие вопросы рассмотрены в спецификациях 02.60, 03.64, 04.60, 04.64, 04.65, 07.60, 08.14, 08.16, 08.18, 09.16, 09.18, 09.60, 09.61, 01.61, 12.15.

В сетях с коммутацией пакетов передаваемую информацию разбивают на отдельные пакеты, которые могут быть доставлены от отправителя к по-

лучателю различными маршрутами и с различной задержкой. При обнаружении ошибок неверно принятые пакеты передают еще раз. На приемной стороне из полученных пакетов конструируют исходное сообщение. Принципиальное отличие передачи данных в сетях с коммутацией пакетов от передачи данных в сетях с коммутацией каналов заключается в том, что необходимый канальный ресурс выделяется лишь на время передачи соответствующих информационных пакетов. Остальное время он находится в распоряжении сети.

Это позволяет в сетях GSM/GPRS один физический канал использовать для передачи пакетов нескольких абонентов, а для передачи пакетов одного абонента выделять одновременно несколько физических каналов. Пакеты в различных направлениях передают независимо.

Можно отметить следующие преимущества GPRS, позволяющие считать, что в ближайшее время именно этот метод передачи данных станет доминирующим:

1. Значительно большая эффективность использования канального ресурса при передаче асимметричного неоднородного трафика в виде относительно коротких пакетов. Выигрыш в эффективности использования ресурса при GPRS зависит от того, какая часть времени сеанса связи фактически использована для передачи информации. Чем меньше доля активной работы, тем выше выигрыш от использования GPRS. Реально значение выигрыша может достигать десятков раз.

2. GPRS позволяет организовать передачу данных в широком диапазоне скоростей. При выделении одного физического канала (одного TS) данные можно передавать со скоростью 9.05, 13.4, 15.6, 21.4 кбит/с. Аналогично HSCSD можно использовать до восьми TS. В этом случае теоретический предел скорости составляет 171.2 кбит/с. При использовании нового метода модуляции (технология EDGE) теоретическое верхнее значение скорости передачи информации доходит до 553.6 кбит/с. Таким образом, реализуемые GPRS скорости передачи данных удовлетворяют требованиям, предъявляемым к сетям подвижной связи 3-го поколения.

3. GPRS использует новый метод учета стоимости, основанный на объеме переданной информации. Предполагается, что при переходе к GPRS средняя стоимость передачи данных в сетях GPRS снизится в несколько раз.

4. Абонент сети GSM/GPRS получает непосредственный доступ к сетям пакетной передачи данных (IP, X.25), минуя сети PSTN/ISDN. Это, в частности, позволяет снизить время доступа до 0.5 - 1 с.

5. При GPRS снимаются ограничения на длину SMS-сообщения. В классических сетях GSM сообщение ограничено 160 символами.

6. Базовая структура сети GSM после установления оборудования и программного обеспечения, поддерживающих GPRS, представляет основу для развертывания в будущем (2002 - 2009 г.) сетей подвижной связи 3-го поколения стандарта UMTS. Сети UMTS будут развиваться на основе действующих сетей GSM/GPRS и операторам, вложившим средства в модерни-

зацию ныне действующих сетей GSM, обеспечены доходы в течении длительного срока эксплуатации.

Для реализации услуги GPRS действующая сеть GSM должна быть подвергнута существенной модернизации: развернуты принципиально новые узлы, модернизировано действующее оборудование, модернизировано программное обеспечение действующих узлов. Эти изменения очень существенны. Фактически параллельно действующей сети будет создана новая сеть, тесно связанная со старой и частично использующая общие ресурсы.

Сеть GSM/GPRS отличается от классической в первую очередь наличием узлов поддержки услуги GPRS (GPRS Support Node - GSN). В сети возможны GSN двух видов: обслуживающий GSN (Serving GSN - SGSN) и шлюзовой (Gateway GSN - GGSN). Сеть может содержать несколько SGSN и GGSN. Возможен вариант, когда узлы SGSN и GGSN объединены в один узел.

SGSN относится к тому же иерархическому уровню, что и MSC/VLR классической сети. Их функции в определенной мере схожи. Задачами SGSN являются:

- обслуживание всех GPRS MS в зоне данного SGSN;
- отслеживание местоположения GPRS MS (Mobility Management);
- организация вызова MS (paging);
- осуществление функций безопасности и управления доступом (в частности функции аутентификации, шифрования);
- маршрутизация пакетов;
- сбор данных, необходимых для начисления оплаты;
- реализация интерфейсов к GGSN (Gn интерфейс), BSS (Gb интерфейс), другим PLMN (Gp интерфейс), а также интерфейсов к HLR, MSC/VLR, EIR, (Gr, Gs, Gf интерфейсы).

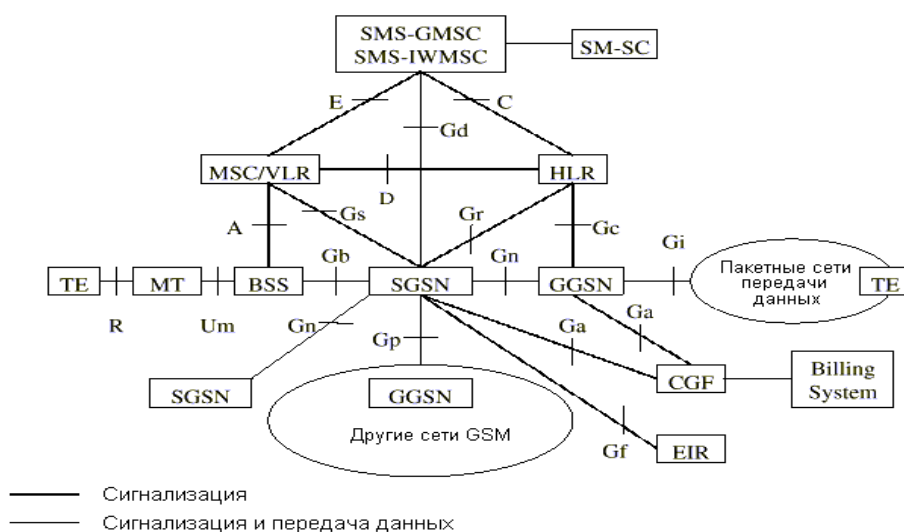


Рисунок 1.1 – Логическая структура сети GSM/GPRS

GGSN по своим задачам близок к GMSC. Он:

- осуществляет межсетевое взаимодействие сети GSM и сетей пакетной передачи данных (Packet Data Network - PDN), поддерживающих протоколы IP и X.25 через Gi интерфейс;
- содержит информацию для маршрутизации пакетов к GPRS абонентам в зоне обслуживания PLMN. Эта информация необходима для установления соединения с тем SGSN, в зоне обслуживания которого MS находится в данный момент;
- выполняет функции фильтрации (screening function);
- может запрашивать HLR о местоположении MS через необязательный Gc интерфейс;
- собирает необходимые для начисления оплаты данные.
- Если SGSN и GGSN выполнены в виде двух самостоятельных узлов, то обмен информации между ними происходит на основе IP протоколов по Gn интерфейсу.

Для реализации услуги GPRS базу данных HLR дополняют абонентскими данными, относящимися к поддержанию GPRS. На рисунке 1 это отражено регистром GPRS (GPRS Register - GR). Таким образом, GR - это часть базы данных HLR.

Модернизации подвергают и подсистему базовых станций BSS, в состав которой должны быть включены дополнительные блоки контроллера обработки пакетов (Packet Control Unit – PCU). Обычно блоки PCU устанавливают вместе с оборудованием контроллера базовых станций BSC, однако возможны варианты его размещения на базовых станциях BTS или на SGSN. Задачи PCU:

- управление использованием радиоканалов (Radio Channel Management), в частности, управление адаптивной регулировкой мощности передатчиков MS и BTS, управление системной информацией, передаваемой BTS;
- организация передачи пакетов на линиях вверх и вниз;
- управление доступом на радиointерфейсе;
- конвертирование протоколов передачи данных на интерфейсе SGSN-BSS (Gb-интерфейс) и на радиointерфейсе (Um-интерфейс).

Кроме того, необходимо модернизировать программное обеспечение BTS в первую очередь для поддержания новых схем канального кодирования. Соответствующий программный модуль принято называть блоком канального кодирования (Channel Codec Unit - CCU). Помимо канального кодирования, перемежения, исправления ошибок, CCU выполняет также функции обработки результатов измерений при использовании GPRS.

Для того, чтобы абонент мог воспользоваться услугами GPRS, необходима соответствующая мобильная станция MS.

Спецификации GSM предусматривают возможность использования трех классов MS в зависимости от их способности поддерживать GPRS и другие услуги GSM:

- MS класса А способна одновременно и независимо поддерживать GPRS и другие GSM услуги;
- MS класса В также способна поддерживать как GPRS, так и другие GSM услуги, но не одновременно;
- MS класса С способна поддерживать лишь GPRS. Услуги с коммутацией каналов она не поддерживает.

Можно предположить, что в будущем большинство MS будут относиться к классу А или В.

GPRS может быть использована для более эффективной доставки коротких сообщений (SMS). С этой целью организуют Gd интерфейс между SGSN и шлюзовым MSC, выполняющим функции межсетевого взаимодействия сети GSM и сервис-центра коротких сообщений (Short Message Service Center SM-SC) при передаче входящих (SMS-GMSC) и исходящих (SMS-IW MSC) сообщений.

Наконец, при GPRS имеются существенные отличия в сборе информации для начисления платы. Учетные записи генерируют SGSN и GGSN и передают их в шлюз сбора учетных записей (Charging Gateway Functionality - CGF). CGF собирает информацию для начисления оплаты и отправляет ее в биллинговую систему (Billing System).

Таким образом, для поддержания услуги GPRS необходима реализация новых интерфейсов, которые отсутствуют в классической GSM:

- Ga – интерфейсы между SGSN и GGSN с одной стороны и шлюзом CGF с другой;
- Gb – интерфейс между SGSN и BSS; Gb интерфейс поддерживает обмен как сигнальной, так и абонентской информацией. В отличие от A-интерфейса, на котором пользователю выделяют определенный физический канал на все время вызова, на Gb-интерфейсе физический ресурс предоставляют только в случае приема или передачи данных (в случае активности). Несколько абонентов используют один и тот же физический ресурс. Это справедливо и для интерфейсов Gi, Gn и Gp;
- Gc - интерфейс между GGSN и HLR;
- Gd - интерфейс между SMS-GMSC / SMS-IW MSC и SGSN;
- Gf - интерфейс между SGSN и EIR;
- Gi - интерфейс между GPRS и внешней сетью пакетной передачи данных PDN;
- Gn - между двумя GSN одной сети;
- Gp - между двумя GSN различных сетей. Gp-интерфейс обеспечивает поддержку GPRS при перемещении MS из одной сети в другую. Gp интерфейс функционирует подобно интерфейсу Gn. Однако на него дополнительно возложены функции поддержания процедур безопасности при межсетевом взаимодействии в соответствии с соглашением о роуминге;
- Gs - между SGSN и MSC/VLR; этот интерфейс используют, если MS поддерживает как GPRS, так и услуги на основе коммутации каналов

(например, SGSN может получить запрос на пейджинг MS с поддержкой GPRS от MSC/VLR при поступлении входящего телефонного вызова).

Интерфейсы Gi, Gn, Gp, Gb, Gd предназначены для передачи как сигнализации, так и абонентских данных. Интерфейсы Ga, Gf, Gc, Gs, Gr служат для передачи исключительно сигнальной информации. Абонентские данные через эти интерфейсы не передают. Для передачи сигнальной информации GPRS используют также интерфейсы A, C, E, D.

1.2 Применение физических и логических каналов в GPRS

Для передачи абонентских пакетов и пакетов различной сигнальной информации через радиointерфейс организуют логические каналы, отличные от каналов классической GSM. Эти логические каналы размещают в физических каналах, выделенных для GPRS из общего частотно-временного ресурса.

Напомним, что физический канал представляет собой временное окно TS на соответствующем частотном канале. В GSM на одном частотном канале размещают восемь физических каналов. Если в некоторой соте используют $N_{\text{ЧК}}$ частотных каналов, то общее число физических каналов в этой соте составляет $8 \cdot N_{\text{ЧК}}$. Эти физические каналы распределяют между GPRS и услугами на основе коммутации каналов, причем, как уже отмечалось, это распределение может быть как статическим, так и динамическим.

Физические каналы, выделенные для GPRS (постоянно или временно), называют каналами передачи пакетированных данных (Packet Data Channel - PDCH).

Структура логических GPRS каналов в определенной степени сходна со структурой логических каналов классической GSM, хотя и имеются существенные различия. В GPRS используют следующие логические каналы:

Канал трафика пакетированных данных (Packet Data Traffic Channel - PDTCH). Его выделяют MS для передачи абонентских данных. В мультислотовом режиме одна MS может параллельно использовать до восьми PDTCH на одном частотном канале. Все PDTCH однонаправленные: для исходящей передачи данных (вверх) используют PDTCH/U (uplink), для входящей (вниз) - PDTCH/D (downlink). В отличие от классической GSM при GPRS канал трафика PDTCH используют и для передачи сигнальной информации, относящейся к управлению мобильностью и к управлению сеансом связи (GMM/SM). В классической GSM для передачи соответствующей информацией используют логический канал SDCCH.

Вещательный канал управления GPRS (Packet Broadcast Control Channel - PBCCH). Однонаправленный канал вниз. Действует по принципу точка - многоточие. Передает системную информацию, сходную с информацией, передаваемой в классической GSM. PBCCH может быть не выделен. В этом случае GPRS MS получает необходимую системную информацию, принимая BCCH.

Общие каналы управления GPRS (Packet Common Control Channel - PCCCH). Под этим наименованием объединена группа однонаправленных логических каналов, передающих сигнальную информацию. Каналы PCCCH могут отсутствовать в соте. В этом случае GPRS MS получает необходимую сигнальную информацию по обычным общим каналам управления.

Следующие логические каналы относят к PCCCH:

Канал случайного доступа GPRS (Packet Random Access Channel - PRACH). Используя этот канал, MS производит первое обращение к сети при необходимости передачи абонентских данных или сигнальной информации. Канал в направлении вверх. Для PRACH используют короткую пачку случайного доступа (Random Access Burst), состоящую из 88 бит.

Канал пейджинга GPRS (Packet Paging Channel - PPCH). PPCH используют для вызова MS перед передачей пакетов на линии вниз, когда MS находится в состоянии ожидания (STANDBY). С целью экономии энергопотребления мобильных станций, каждый абонент отнесен к одной из пейджинговых групп. MS включает свой приемник только для приема пейджинговой информации своей группы. Такой режим работы принято называть режимом прерывистого приема (Discontinuous Reception - DRX mode). PPCH может быть использован для передачи пейджинга как при GPRS, так и при услугах, основанных на коммутации каналов (в случае MS классов А или В).

Канал разрешения доступа GPRS (Packet Access Grant Channel - PAGCH). Канал в направлении вниз. Используя этот канал, сеть, в ответ на обращение MS по каналу PRACH, выделяет MS ресурсы для передачи пакетов.

Канал нотификации GPRS (Packet Notification Channel - PNCH). Канал в направлении вниз. Предназначен для предупреждения (нотификации) группы MS перед началом передачи пакетов в режиме точка - многоточие. Для наблюдения PNCH может быть использован режим прерывистого приема DRX. Более того, соответствующие мобильные станции могут быть проинформированы о необходимости слушать PNCH по индивидуальным пейджинговым каналам.

Группа выделенных каналов управления (Packet Dedicated Control Channels) объединяет группу из следующих логических каналов:

Ассоциированный канал управления GPRS (Packet Associated Control Channel - PACCH). PACCH передает сигнальную информацию, предназначенную конкретной MS. Эта информация включает, например, сообщение об изменении мощности и соответствующие подтверждения. PACCH используют также для передачи сообщений о назначении и переназначении ресурса, включая назначение ресурсов для каналов трафика PDTCH. PACCH разделяет ресурсы с каналами PDTCH, которые выделены в настоящее время данной MS. В отличие от классической GSM при GPRS одной MS могут быть выделены несколько каналов трафика, но их поддержку осуществляет один общий канал PACCH. Особенность канала PACCH в том, что он двунаправленный, хотя каналы трафика, с которыми ассоциирован PACCH, однонаправленные.

Канал RACH не является жестко фиксированным. Его сообщения идут по мере необходимости.

Канал управления временем упреждения GPRS на линии вверх (Packet Timing advance Control Channel, Uplink - PTCCCH/U). PTCCCH/U используют во время передачи пакетов для того, чтобы сеть могла оценить необходимое время упреждения для данной MS независимо от передачи трафика. PTCCCH/U реализуют посредством передачи короткого пачки случайного доступа (Random Access Burst).

Канал управления временем упреждения GPRS на линии вниз (Packet Timing advance Control Channel, Downlink - PTCCCH/D). Используя PTCCCH/U сеть передает команды на изменение времени упреждения сразу нескольким MS. Таким образом, один канал PTCCCH/U связан с несколькими каналами PTCCCH/D.

Для передачи всех логических каналов GPRS, кроме PRACH и PTCCCH/U, используют нормальные пачки (Normal Burst), состоящие из 148 бит. Для передачи каналов PRACH и PTCCCH/U используют короткие пачки (Access Burst) из 88 бит. Структура обоих типов пачек совпадает со структурой соответствующих пачек классической GSM.

Для передачи логических каналов в GSM/GPRS сетях организуют 52-х кадровый мультикадр (в отличии от 26-ти и 51-го кадровых мультикадров классической GSM). Структура мультикадра для GPRS приведена на рисунке 1.2.



Рисунок 1.2 – 52-х кадровый мультикадр, используемый в GPRS

Мультикадр состоит из 12-ти блоков (B0 .. B11) по 4 кадра каждый и 4-х кадров вне блоков. Каждый блок используют для передачи сообщения одного из логических каналов трафика или управления (за исключением сообщений каналов PTCCCH).

13-й и 39-й кадры мультикадра предназначены для передачи сообщений каналов PTCCCH/U и PTCCCH/D. В направлении вверх конкретная MS разделяет канал PTCCCH/U с 15-ю другими MS. Поэтому фактически MS передает короткий пакет доступа (Access Burst) один раз за 8 мультикадров (т.е. один раз каждые 1.92 с). Соответствующий номер мультикадра и кадра в его составе (13-й или 39-й) MS определяет на основании параметра (Timing Advance Index - TAI), передаваемого сетью в сообщении о выделении ресурса. Одно сообщение канала PTCCCH/D занимает 4 кадра, поэтому его переда-

ют в течении двух мультикадров (0.48 с). Это сообщение содержит информацию для нескольких MS.

26-й и 52-й кадры мультикадра свободны (Idle Frames). Их, а также 13-й и 39-й кадры, занятые PTCCN, MS использует для:

- измерения уровней сигналов и приема системной информации от BTS соседних сот, в частности сигналов синхронизации и цветового кода (BSIC - Base transceiver Station Identity Code);
- проведения измерений, необходимых для управления мощностью;
- выполнения процедуры обновления времени упреждения (Timing Advance Update).

В целом размещение логических каналов при GPRS характеризуется значительно большей гибкостью и изменчивостью по сравнению с классической GSM. От мультикадра к мультикадру возможно варьирование логических каналов, передаваемых в блоках B0 - B11. Каждый блок отводят для передачи одного логического канала. Информация о том, какой конкретно канал передают в блоке, приводят в заголовке блока. Кроме того, конфигурацию частично фиксируют посредством параметров, передаваемых PBCCN.

В одном физическом канале PDCH возможна передача следующих сочетаний логических каналов:

- PBCCN+PCCCN+PDTCH+PACCN+PTCCN;
- PCCCN+PDTCH+PACCN+PTCCN;
- PDTCH+PACCN+PTCCN,

где PCCCN - совокупность PPCH, PAGCH, PNCH на линии вниз или PRACH на линии вверх.

Видно, что передача каналов PDTCH, PACCN и PTCCN возможна в каждом физическом канале, выделенном для GPRS. Кроме этих каналов возможна дополнительно передача совокупности каналов PCCCN и, наконец, каналов PCCCN и вещательного канала PBCCN (только в направлении вниз).

Информацию о том, какой физический канал PDCH выделен MS для передачи каналов (или одного канала) трафика PDTCH и ассоциированного с ними канала PACCN сеть сообщает MS в сообщении о выделении ресурса по каналу PRACH. Для передачи PDTCH и PACCN в обоих направлениях можно использовать любые блоки (B0 - B11), не занятые каналами PBCCN и PCCCN и неиспользуемые другими MS. При передаче вниз каждый блок содержит в заголовке временный идентификатор потока (TFI - Temporary Flow Identifier), присваиваемый определенной MS. По этому идентификатору MS отбирает передаваемые ей блоки.

На линии вверх необходимо предотвратить наложение пакетов различных MS. В GPRS используют два метода выделения канального ресурса. При фиксированном выделении ресурса MS получает список TS и блоков, выделенных ей персонально. При динамическом выделении каналов в направлении вверх MS в сообщении по каналу PAGCH (AGCH) получает список PDCH, включая номера TS, и параметр USF (User State Flag) для каждого фи-

зического канала. Длина USF составляет 3 бита, поэтому один TS могут использовать до 8 MS. В каждом предшествующем блоке на линии вниз передают USF той MS, которая может передавать свое сообщение в следующем блоке. Например, чтобы MS могла использовать на линии вверх блок B(x) (при $1 \leq x \leq 11$), в заголовке блока B(x-1) на линии вниз должно быть указан присвоенный ей USF. Выделение блока B(0) осуществляют в заголовке блока B11 предыдущего мультикадра.

Как уже отмечалось, канал RACCH является двунаправленным, хотя каналы трафика, с которыми он ассоциирован, однонаправленные. В частности, при организации канала трафика на линии вверх PDTCH/U (или нескольких каналов PDTCH/U на одном физическом канале) создают двунаправленный канал RACCH. MS должна контролировать соответствующий TS на линии вниз для приема сообщений сети по каналу RACCH (например команд на изменение мощности MS). В направлении вверх MS отправляет собственные сообщения с результатами измерений.

При организации каналов PDTCH/D возможность передачи RACCH сообщения от MS к сети определяется USF, передаваемым в предыдущем блоке. В направлении вниз сообщения RACCH передают обычным образом в блоках, выделенных для PDTCH/D.

Передачу вещательного канала PBCCH проводят лишь в одном физическом канале PDCH соты. Информация о PDCH, используемом для передачи PBCCH, передают на основном вещательном канале BCCH. В отличие от канала BCCH для передачи PBCCH не обязательно использовать несущую C0 (несущую маяка).

Сообщение канала PBCCH обязательно занимает блок B0. Кроме блока B0 для передачи канала PBCCH могут быть дополнительно выделены до 3-х блоков на этом же физическом канале (блоки B3, B6, B9). Число блоков, отведенных для передачи PBCCH, указывает параметр BS_PBCCH_BLKs (1 .. 4), передаваемый в блоке B0.

Подключенная к GPRS MS может не принимать канал BCCH, если существует канал PBCCH, поскольку всю системную информацию, необходимую для GPRS, передают на PBCCH. Для того, чтобы облегчить работу MS, сеть по мере необходимости передает системные сообщения соответствующих типов (Packet System Information - PSI) в определенных мультикадрах и определенных блоках внутри мультикадра.

Как уже отмечалось, канал PBCCH не обязательно существует в соте. При его отсутствии GPRS MS получает необходимую системную информацию, слушая канал BCCH.

Подобная ситуация существует и с каналами PCCCH. Ресурсы для PCCCH могут быть не выделены постоянно. В этом случае инициализация передачи пакетов происходит с использованием CCCH (более конкретно RACH и PCH).

В отличие от PBCCH передачу каналов PCCCH можно организовать в нескольких физических каналах PDCH, однако конкретная MS может ис-

пользовать канал PCCCH только на одном физическом канале. Информация о существовании и местоположении каналов PCCCH передают в составе системной информации на PBCCH посредством параметра BS_PCC_CHANs.

Важно, однако, что PCCCH на линии вниз можно передавать не ранее, чем по прошествии 4-х TS после передачи PBCCH, для того, чтобы предоставить MS время для переключения с PBCCH на PCCCH.

Передаваемый на PBCCH параметр BS_PAG_BLKs_RES определяет номера блоков, в которых возможна передача на линии вниз каналов PAGCH, а также PNCH, PDTCH и PACCH. Канал пейджинга PPCCH в этих блоках не может быть размещен. В оставшихся блоках на линии вниз можно размещать канал пейджинга, а также каналы PAGCH, PNCH, PDTCH и PACCH. Канал PPCCH никогда не передают в блоке B0. Рисунок 3 поясняет, какие блоки могут быть заняты каналом пейджинга при известных значениях параметров BS_PBCCH_BLKs и BS_PAG_BLKs_RES. Фактическое использование блока определяется типом сообщения.

На линии вверх все 12 блоков физического канала, используемого для передачи PCCCH, могут использоваться каналом случайного доступа PRACH, а также PDTCH и PACCH. Для определения того, может ли MS использовать блок для передачи PRACH, существуют два способа. Во-первых, аналогично каналам PDTCH и PACCH, MS может использовать флаг USF. Если этот флаг имеет значение FREE, то блок не занят другими MS и может быть использован для передачи PRACH.

Другая возможность состоит в использовании предварительно определенных блоков мультикадра на данном физическом канале исключительно для PRACH. Если такие блоки выделены, то информацию о них передают на PBCCH, посредством параметра BS_PRACH_BLKs (0 - 11), указывающего номера блоков, используемых для PRACH. Для этих временных периодов MS может не контролировать USF, передаваемые на линии вниз, полагая их FREE.

Сообщение канала PRACH короткое и занимает только один из четырех кадров блока, однако MS может для повышения вероятности успешной доставки сообщения повторить его передачу во всех четырех кадрах блока.

Как уже отмечалось, MS может использовать режим прерывистого приема DRX. При этом она слушает канал PPCCH только в тех мультикадрах и в тех блоках внутри мультикадра, которые соответствуют ее пейджинговой группе. Для обращения к сети по каналу PRACH MS также должна использовать мультикадры и блоки, выделенные ее пейджинговой группе. Порядок вычисления пейджинговой группы определен в деталях в спецификации GSM 05.02. Номер пейджинговой группы зависит от IMSI, от числа PCCCH в соте (BS_PCC_CHANs), числа блоков внутри мультикадра, доступных для пейджинга (BS_PBCCH_BLKs и BS_PAG_BLKs_RES), от того используется ли канал PCCCH или CCCH, и, наконец, от параметра SPLIT_PG_CYCLE, определяющего какому числу мультикадров соответствует период повторения пейджинговой группы (максимальное значение - 64 мультикадра). Сеть

сообщает MS значение `SPLIT_PG_CYCLE` в процессе выполнения процедуры GPRS attach.

1.3 Обработка данных на физическом уровне

Обычно физический уровень разделяют на два: собственно физический уровень и радиочастотный (RF) подуровень.

Физический уровень осуществляет:

- Помехоустойчивое канальное кодирование, позволяющее выявлять и исправлять кодовые слова, а при невозможности их исправления информировать об этом RLC уровень.
- Прямоугольное блоковое перемежение одного радиоблока в пределах четырех последовательно следующих кадров.
- Мультиплексирование, т. е. формирование пачки соответствующего вида, и формирование из пачек кадров и мультикадров для передачи по радиоканалу.

В процессе канального кодирования из RLC/MAC блока формируют радиоблок, размер которого при любой схеме кодирования составляет 456 бит. Радиоблок подвергают перемежению: исходные 456 бит переупорядочивают и перемежают. В результате получают 4 блока по 114 бит.

Каждый такой блок передают на радиоинтерфейсе в виде нормальной пачки (148 бит), которая помимо 114-ти информационных бит включает тренирующую последовательность (26 бит), по 3 хвостовых бита в начале и в конце пакета, 2 управляющих бита, указывающих на используемую схему кодирования.

Радиочастотный подуровень при GPRS не отличается от классической GSM: при GPRS используют радиосигналы с теми же временными и спектральными характеристиками, те же методы модуляции, что и при классической GSM. К радиотрактам приемников и передатчиков при GPRS предъявляют те же требования.

1.4 Канальное кодирование

В данном пункте канальное кодирование понимается в широком смысле, т.е. включает собственно канальное кодирование, перемежение, а также размещение сформированного блока внутри пачки, передаваемого на радиоинтерфейсе.

Для передачи каналов трафика PDTCH стандартом GSM определены 4 основные схемы кодирования, обозначаемые CS-1 .. CS-4 (CS - Coding Scheme). Для каналов сигнализации RACH, PBCCH, PPCH, PAgCH, PNCH, PTCCH/D используют исключительно схему CS-1. Отдельную схему используют для кодирования короткого информационного блока (8 бит) в случае каналов сигнализации PRACH и PTCCH/U.

На вход канального кодера с вышестоящего RLC/MAC уровня подают RLC/MAC блоки. В самом полном случае канальное кодирование RLC/MAC блоков включает выполнение следующих последовательных действий:

1. Блочное предкодирование 3-х первых битов RLC/MAC блока (битов USF). Хотя USF передают в MAC заголовке только на линии вниз, тем не менее дополнительное предкодирование применяют и для первых трех бит MAC заголовка линии вверх. При CS-1 предкодирование USF бит не используют.

2. Блочное кодирование блока, включая закодированные USF биты. Используют во всех схемах. При блочном кодировании к исходной последовательности добавляют проверочные биты (Block Check Sequence - BCS). При CS-1 блочное кодирование самое мощное: оно позволяет не только выявлять, но и исправлять ошибки.

3. Сверточное кодирование. Во всех схемах, кроме CS-4, используют сверточный код (2,1,5), аналогичный используемому при кодировании TCH/FS. При CS-4 сверточное кодирование не используют.

4. Перемежение. Перемежение выполняют внутри радиоблока из 456 бит. В результате перемежения получают 4 блока по 114 бит.

5. Формирование пачек для передачи по радиоканалу.

Информация, относящаяся к канальному кодированию при GPRS представлена в таблице 1.1

Таблица 1.1 – Схемы кодирования, используемые при GPRS

Схема кодирования		CS-1	CS-2	CS-3	CS-4	
Логические каналы		PDTCH PACCH, PBCCH, PPCH, PAGCH, PNCH, PTCCH/D	PDTCH	PDTCH	PDTCH	PRACH, PTCCH/U
RLC data control block	Число октетов	22	32	38	52	-
	Число доп. бит	0	7	3	7	-
Размер MAC-заголовка, бит		8	8	8	8	-
Размер блока на входе кодера, бит		184	271	315	431	8

<i>Продолжение таблицы 1.1</i>					
Блочное предкодирование бит USF	Не используется	(6,3)	(6,3)	(12,3)	-
Размер блока на входе блочного кодера, бит	184	274	318	440	8
Число проверочных бит	40	16	16	16	6
Размер блока на выходе блочного кодера, бит	184+40+4 = 228	274+16+4 = 284	318+16+4 = 338	440+16+4 = 456	8+6+4=18
Сверточный код	(2,1,5)	(2,1,5)	(2,1,5)	Не используется	(2,1,5)
Размер блока на выходе сверточного кодера, бит	456	558	676	456	36
Число прореживаемых бит	0	132	220	0	0
Размер радиоблока на выходе канального кодера, бит	456	456	456	456	36
Перемежение	456 бит ÷ 4 блока по 114 бит				Не используется
Вид пачки для передачи по радиоканалу	Normal Burst (148 бит) 2 информационных поля по 57+1=58 бит				Access Burst (88 бит)
Скорость передачи данных, кбит/с	9.05	13.4	15.6	21.4	-

Схема CS-1 имеет наибольшую степень помехоустойчивости, но и самую малую скорость. Она является обязательной в любой GSM/GPRS сети, в то время как использование других схем определяется оператором. MS должна поддерживать все четыре схемы кодирования.

Каждая последующая схема кодирования имеет большую информационную скорость, однако, к сожалению, обладает меньшей помехоустойчивостью. Как уже отмечалось, для того, чтобы, обеспечить высокую надежность

доставки USF, применяют дополнительное предкодирование этих важных бит.

Во всех схемах кодирования используют блочное кодирование (наиболее мощное в схеме CS-1: 40 BCS бит на 184 исходных, наименее мощное в схеме CS-4: 16 BCS бит на 440 исходных). Если при проверке BSC в процессе декодирования выяснится, что принятый MAC/RLC блок содержит ошибки, то вышестоящий RLC уровень будет проинформирован об этом. Система произведет запрос неверно принятого пакета, что вызовет снижение средней скорости передачи данных.

На рисунке 1.3 приведена зависимость средней скорости передачи данных от отношения сигнал/помеха в канале при различных схемах кодирования. Видно, что высокоскоростные схемы кодирования (CS-3, CS-4) целесообразно использовать лишь при высоком отношении сигнал/помеха. При плохом же отношении C/I данные схемы приводят к снижению средней скорости передачи данных из-за большого числа перезапросов.

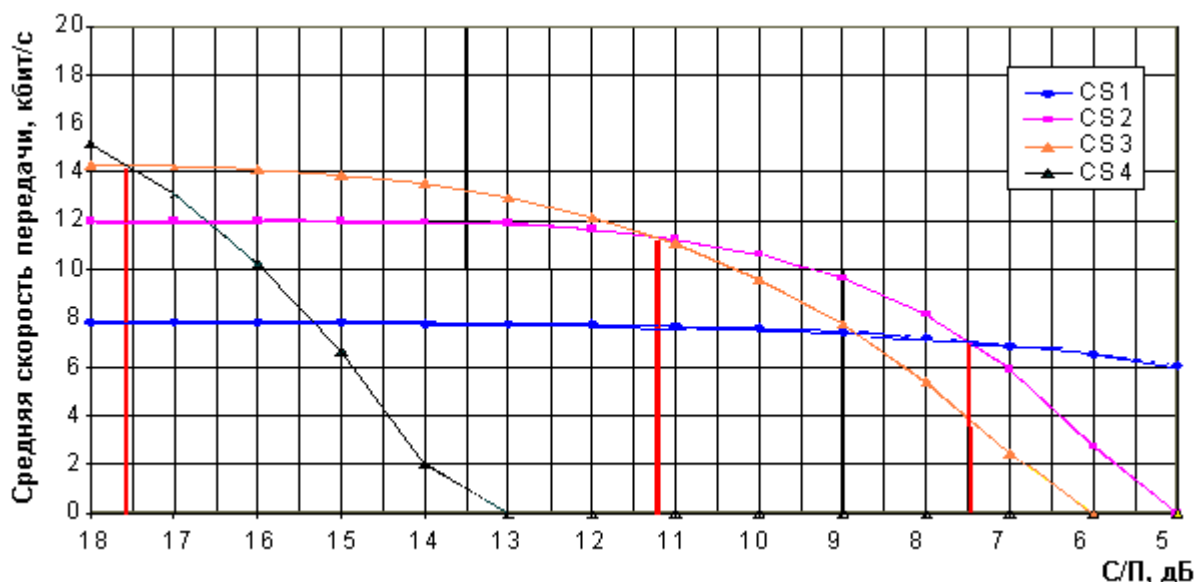


Рисунок 1.3 – Зависимость средней скорости передачи данных от отношения сигнал/помеха

Кроме рассмотренных, в последних версиях стандарта GSM определены 9 дополнительных схем для кодирования каналов трафика, обозначаемые MCS-1 .. MCS-9. В них по-разному кодируют RLC/MAC блоки направлений вверх и вниз, используют различные методы кодирования и перемежения для заголовков и собственно данных. Схемы MCS-5 .. MCS-9 предназначены для кодирования в случае EGPRS (GPRS с использованием EDGE).

Технология GPRS пока остается далекой от полноценной реализации.

Сегодня операторы предлагают так называемый усеченный GPRS. Речь идет только о телефоне класса В, да и то с возможностью Работы в режиме 4/1 либо 4/2. Полноценный GPRS с 8-таймслотов для обмена информацией в ближайшее время будет недостижим.

2 ИСПОЛЬЗУЯ СИСТЕМУ ALCATEL ВНЕДРЕНИЕ GPRS

2.1 Организация внедрения GPRS в существующую сеть GSM

Поскольку служба передачи данных GPRS надстраивается над существующей сетью GSM, то не требуется кардинальной модернизации существующей сетевой инфраструктуры. Что же касается новых функциональных возможностей и изменения принципа сопряжения с внешними сетями, то по сути они являются расширением существующей сети GSM. Кратко охарактеризуем обобщенную структуру и функциональное назначение базовых элементов сети GPRS. На структурном уровне систему GPRS можно разделить на 2 части (рисунок 2.1): подсистему базовых станций и опорную сеть GPRS (GPRS Core Network). В подсистему базовых станций входят все контроллеры и базовые станции системы GSM, которые поддерживают пакетную передачу данных на программном и аппаратном уровне. Ядро сети GPRS включает в себя совершенно новые сетевые элементы, предназначенные для обработки пакетов данных и обеспечения связи с сетями передачи данных, в первую очередь, с сетью Интернет.

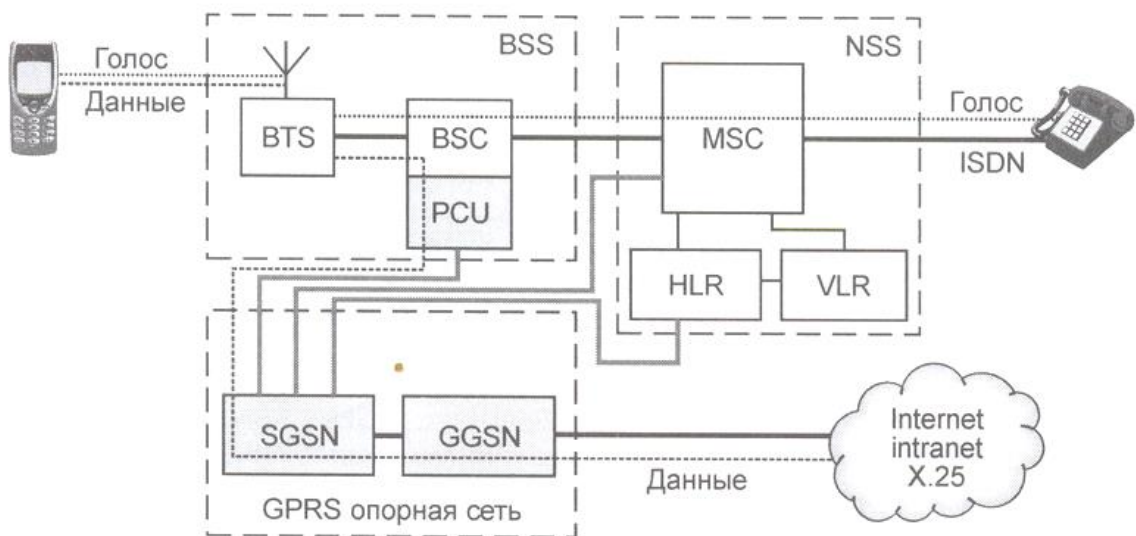


Рисунок 2.1 – Обобщенная структура системы GPRS

Основным сетевым элементом является пакетный коммутатор SGSN (Serving GPRS Support Node) – сервисный узел поддержки GPRS. Данный сетевой элемент берет на себя все функции обработки пакетной информации и преобразования кадров GSM в форматы, используемые протоколами TCP/IP глобальной сети Internet.

Вторым важным сетевым элементом GPRS является шлюзовой узел поддержки GPRS – GGSN (Gateway GPRS Support Node). Он обеспечивает связь системы GPRS с пакетными сетями передачи данных: Internet, Intranet, X.25 и

др. GGSN содержит всю необходимую информацию о сетях, куда абоненты GPRS могут получать доступ, а также параметры соединения.

Кроме упомянутых элементов, в GPRS Core входят другие элементы: DNS (сервер доменных имен), Charging Gateway (шлюз для связи с системой тарификации), Border Gateway (пограничный шлюз) и другие вспомогательные элементы.

Обмен информацией между SGSN и GGSN происходит на основе IP протоколов. С SGSN связан сервер имен доменов DNS (Domain Name System), обеспечивающий замену символических адресов пакетных сетей (Интернет, Интранет) на соответствующие им числовые адреса.

Как уже упоминалось ранее, при создании сети GPRS усложняются функции BSC и BTS. BSC содержит дополнительный блок PCU (Packet Control Unit), а в состав BTS входит новое кодирующее устройство CCU (Channel Codec Unit). При этом BSC:

- предоставляет каналы абонентам пакетной сети в соответствии с требуемым QoS;
- обеспечивает фрагментацию и сборку кадров для их передачи по радиоканалам;
- обеспечивает контроль качества передачи по радиоканалам.

Контроллер пакетов PCU обеспечивает распределение поступающих пакетов на BTS. PCU стыкуется с контроллером базовых станций BSC и отвечает за направление трафика данных непосредственно от BSC к SGSN. HLR содержит дополнительные данные об абонентах, которым предоставляют услуги GPRS (базисный PDP-контекст).

Таким образом, GPRStехнология, позволяющая работать сети GSM в режиме пакетной коммутации PS (Packet Switching), которая определяет надстройку PS-сети передачи с IP-адресацией и взаимодействие с существующими элементами сети с коммутацией каналов CS (Channel Switching). На рисунке представлена обобщенная структура системы GPRS, иллюстрирующая одновременную передачу голосового и трафика данных.

В GPRS-систему заложена хорошая масштабируемость – при появлении новых абонентов оператор может увеличивать число SGSN, а при росте суммарного трафика – добавлять в систему новые GGSN. Внутри опорной сети GPRS (между SGSN и GGSN) данные прозрачно передаются с помощью специального так называемого туннельного протокола GTP (GPRS Tunneling Protocol). Протокол туннелирования GTP работает над стандартным IP-протоколом в прозрачном режиме, т.е. пользователи и прикладные задачи «не знают» о существовании данного протокола.

В перспективе (при ориентации системы на мобильный Интернет) возможно добавление специального узла поддержки Интернет – IGSN (Internet GPRS Support Node).

Технология GPRS, накладываемая поверх сети GSM, позволяет динамически и индивидуально распределять радиоресурсы GSM по мере необходимости. Если к сети GSM одновременно подключается сразу много пользо-

вателей GPRS, и она не способна поддерживать такой объем трафика, базовая станция GPRS воспользуется радиоресурсами соседних сот GSM. Таким образом, пользователи GPRS обслуживаются многими сотами GSM одновременно, когда в этом возникает необходимость.

За управление и контроль GPRS-системы отвечает OMC-R/G, который является интерфейсом между системой и обслуживающим ее персоналом.

Обслуживание абонентов в сети GPRS требует ввода новых дополнительных процедур. При подключении абонента к сети GPRS происходит его регистрация в SGSN, активизация программного обеспечения GPRS в MS и в базах данных по обслуживанию абонента в SGSN и GGSN (активизация PDP-контекста). При этом абонент либо получает временный адрес в соответствующей пакетной сети, либо активизируют его постоянный адрес. Процедура активизации PDP-контекста будет рассмотрена более подробно после описания процедуры подключения пользователя к сети GPRS.

Прежде чем приступить к работе с GPRS, мобильная станция, так же как и в обычном случае передачи голоса, должна зарегистрироваться в системе, получить адрес, используемый в сети PDN т.н. PDP-адрес (таковым может служить IP-адрес) и создать PDP-контекст. Контекст создается для каждой сессии работы с PDN и описывает характеристики этой сессии (PDP-тип, PDP-адрес, уровень QoS, адрес SGSN, через который будет организован доступ к сети PDN. Естественно, что два адреса – IP адрес и IMSI должны быть поставлены в соответствие, что позволяет узлу GGSN пересылать данные между сетью PDN и MS.

Как уже было сказано, регистрацией, а точнее, «прикреплением» к сети (attach GPRS) пользователей занимается узел SGSN. Когда пользователь GPRS делает звонок, мобильная станция посылает запрос (Attach Request) на получение доступа к сети, который содержит ряд параметров. Этот запрос посылается на узел SGSN, взаимодействующий с другими узлами SGSN или узлами GGSN, если необходимо получить доступ к внешней сети другого рода (IP или X.25).

В случае успешного прохождения всех процедур (проверки доступности запрашиваемой услуги и копирования необходимых данных о пользователе из HLR в SGSN) абоненту выдается P-TMSI (Packet Temporary Mobile Subscriber Identity – временный номер мобильного абонента для пакетной передачи данных), аналогичный TMSI, который назначается мобильному телефону для передачи голоса (если абонентский терминал относится к классу А, то ему при регистрации выделяется как TMSI, так и P-TMSI). Для пользователя GPRS соединение получается «бесшовным», так как нет процедуры «установления звонка» и после «набора номера» сразу происходит «проверка имени пользователя и пароля». При этом абонент может пользоваться несколькими PDP-контекстами, активными в данный момент времени. Пакеты из внешней сети вместе с контекстом пересылаются на узел GGSN, который перенаправляет их на текущий узел SGSN абонента.

Для быстрой маршрутизации информации к мобильному абоненту GPRS-система нуждается в данных о его месторасположении относительно сети, причем с большей точностью, нежели в случае передачи голосового трафика (HLR и VLR хранят номер Location Area (LA), в которой находится абонент). Учитывая неизбежное возрастание служебного трафика в сотовой сети, если телефон будет информировать систему каждый раз при переходе от одной соты к другой, найден разумный компромисс между объемом сигнального трафика в сети GPRS и необходимостью информирования с высокой точностью о местонахождении абонента.

В процессе сеанса связи MS может находиться в разных состояниях. Относящиеся к GPRS данные абонента сохраняются в HLR, SGSN, GGSN, MSC/VLR, а также в MS (частично в SIM карте). Все данные, относящиеся к абоненту, можно разделить на две группы данных: связанные с мобильностью абонента; определяющие возможности передачи пакетированной информации.

Первую группу данных принято называть контекстом управления мобильностью (Mobile Management (MM-Context)). MM-контекст хранится в MS и SGSN и, как будет показано ниже, может находиться в одном из трех состояний: IDLE, STANDBY, или READY.

Вторая группа данных называется контекстом протоколов пакетной передачи данных или PDP-контекстом (PDP-context). Как будет показано ниже, каждый PDP-контекст абонента может находиться в одном из двух состояний: INACTIVE или ACTIVE.

Абонент может иметь несколько различных подписок на услуги GPRS и соответственно данные об этом будут сохраняться в нескольких PDP-контекстах. PDP имеют тот же иерархический уровень, что и основные услуги (Basic Services – BS) при коммутации каналов. Дополнительные услуги (Supplementary services – SS) могут быть активизированы как на уровне основных услуг (SS1), так и на уровне PDP подписки (SS2).

IDLE – неработающий, свободный режим. В состоянии IDLE абонент не подключен к GPRS и MM-процедуры выполнены быть не могут. Сеть не имеет достоверной информации о местоположении MS и не может обеспечить доставку пакетов. С точки зрения сети MS недоступна. Какой-либо MM-контекст данного абонента в SGSN отсутствует. Единственная информация об абоненте, которой располагает сеть – это данные о подписке в HLR. Пейджинг MS, а также обмен данными с MS невозможны.

В IDLE состоянии MS контролирует вещательный канал PBCCH (или BCCH, если PBCCH отсутствует) для получения системной информации, выполняет селекции сети и GPRS соты, но о своих действиях сеть не информирует.

Для того чтобы установить MM-контексты в MS и в SGSN, MS должна выполнить процедуру GPRS Attach. При успешном выполнении этой процедуры происходит переход в состояние READY на сторонах MS и SGSN.

STANDBY – режим ожидания. Аппарат зарегистрирован (прикреплен) в GPRS-системе, но уже долгое время (определяемое специальным таймером) не работает с передачей данных. Местоположение STANDBY-абонентов известно с точностью до RA (Routing Area – область маршрутизации). RA мельче, чем LA в GSM (каждая LA разбивается на несколько RA, но, тем не менее, RA крупнее, чем типовая сота, и состоит из нескольких элементарных сотовых ячеек). Область RA необходима для поиска абонента в сети системой GPRS, причем поиск осуществляет SGSN.

В состоянии STANDBY абонент подключен к GPRS. В MS и SGSN установлены MM-контексты, что по своей сути сопоставимо с установлением соединения в сетях с коммутацией каналов.

MS принимает вещательный канал PBCCH (или BCCH) для получения системной информации, а также канал пейджинга PPCH (или PCH). Пейджинг для передачи данных или сигнальной информации может быть принят. Возможен также прием пейджинга для услуг с коммутацией каналов через SGSN. Однако прием и передача пакетов данных в состоянии STANDBY невозможны.

MS контролирует RA, проводит селекцию и реселекцию GPRS сот. При входе в новую RA MS выполняет MM процедуру RA Update для информирования SGSN об изменении местоположения. О смене соты в пределах одной и той же RA мобильная станция SGSN не информирует. Поэтому в состоянии STANDBY информация о местоположении MS в MM-контексте SGSN состоит только из RAI. SGSN сохраняет эту информацию и использует ее для пейджинга MS.

MS в состоянии STANDBY имеет возможность активизировать или деактивизировать PDP-контекст. PDP-контекст должен быть активизирован перед передачей или приемом этого PDP-контекста.

Если SGSN имеет данные или сигнальную информацию для MS, находящейся в состоянии STANDBY, то он посылает пейджинг (Paging Request) в ту RA, где MS находится. При ответе MS на пейджинг, MM-состояние в MS изменяется на READY, а в SGSN – после получения этого ответа. При отсутствии данных о местоположении MS пейджинговый запрос не посылается. Кроме того, MM состояние в MS изменяется на READY и в том случае, когда MS посылает данные или сигнальную информацию. Соответственно состояние в SGSN изменяется на READY, когда эти данные будут приняты SGSN.

Для перехода в состояние IDLE MS инициирует процедуру GPRS Detach. Со своей стороны SGSN может выполнить процедуру неявного (implicit) GPRS detach по срабатыванию таймера доступности абонента (Mobile Reachable Timer), когда в течение установленного таймером времени нет пакетов и вызовов, передаваемых в обоих направлениях. При этом MM-контекст переводится в состояние IDLE, а затем удаляется.

При пересечении абонентом границы RA производится процедура обновления данных о его местоположении (Routing Area Updating) в регистре

VLR, аналогичная процедуре Locating Updating в обычной сети GSM. Если новая и старая RA контролируется одним SGSN, то смена RA приводит лишь к корректировке записи в SGSN. Если же абонент переходит в зону действия нового SGSN, то новый SGSN запрашивает у старого (old-SGSN) информацию о пользователе, а MSC, VLR, HLR и вовлеченные в работу GGSN ставятся в известность о смене SGSN. Когда телефон, работающий с GPRS-системой, перемещается в другую LA, то SGSN отправляет соответствующему VLR сообщение о необходимости смены записи о местонахождении абонента.

READY – режим готовности. Абонентский терминал зарегистрирован в системе, ему выделен каналный ресурс и он находится в активной работе.

Когда абонент находится в режиме READY, узел SGSN знает о его положении с точностью до соты. При этом поиск абонента производится в конкретной соте, а не в области маршрутизации RA.

Рассмотрим процедуру подключения мобильной станции к сети GPRS. На рисунке 2.2 и рисунке 2.3 представлены иллюстрации процедур GPRS-attach и GPRS-detach.

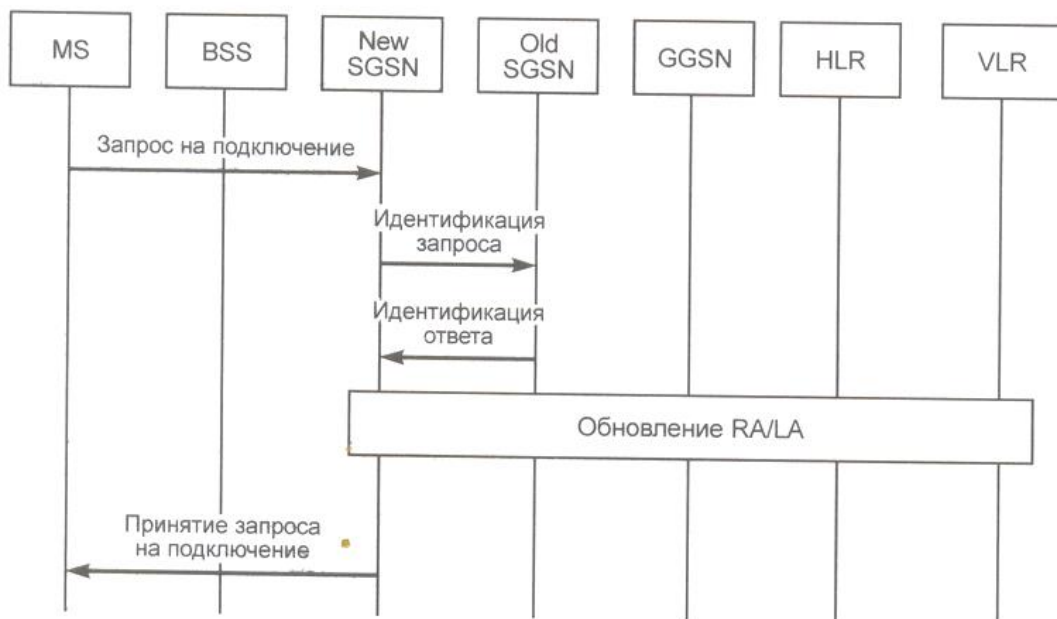


Рисунок 2.2 – Процедура перехода в режим подключения GPRS



Рисунок 2.3 – Процедура перехода в режим открепления GPRS

1. Получив запрос на соединение, SGSN запрашивает информацию о профиле пользователя из узла HLR и проверяет в своей базе наличие аутентифицирующей данного абонента информации. В случае отсутствия этой информации SGSN посылает запрос в регистр HLR, который возвращает ответ, содержащий:

- случайное число (authentication RAND) длиной 128 бит, используемое в алгоритмах A3 и A8 для выработки ключа шифрования и аутентификации абонента;
- 32-разрядный ключ аутентификации абонента, который вырабатывается на основе индивидуального ключа, хранящегося как на мобильной станции, так и в HLR;
- ключ шифрования данных, получаемый также на базе индивидуального ключа абонента.

2. Полученное случайное число передается на мобильную станцию, которая на его основе вырабатывает ключ шифрования и ключ аутентификации. Так как индивидуальные ключи, хранящиеся в HLR и на мобильной станции совпадают, то и ключи шифрования и аутентификации также должны совпадать, что и является фактом правомочности запроса данным абонентом оплаченных GPRS-услуг.

3. После идентификации абонента осуществляется идентификация оборудования, которое посылает на SGSN идентификатор IMEI. Узел SGSN проводит проверку данного оборудования по реестру EIR.

4. После аутентификации абонента и оборудования происходит процедура определения местоположения абонента в RA/LA (с использованием регистров HLR и VLR), после чего происходит завершение процедуры подключения мобильной станции к сети GPRS.

Если мобильная станция не смогла пройти аутентификацию, то SGSN посылает на нее сообщение Attach Reject («прикрепление отклонено»).

5. SGSN использует информацию о профиле (включая имя точки доступа (Access Point Number – APN), которое идентифицирует сеть и оператора) для определения, которому узлу GGSN производить маршрутизацию. Выбранный узел GGSN может предоставлять сервис удаленной аутентификации пользователя RADIUS (Remote Authentication Dial-In User Server) и назначать динамический IP-адрес пользователю перед настройкой соединений во внешние сети. Этот процесс называется «контекстная активация пакетного профиля данных», который рассмотрим ниже. Установки профиля могут варьироваться от оператора к оператору. Возможно использование таких дополнительных функций, как менеджменты QoS и виртуальных частных сетей VPN (Virtual Private Network).

Когда мобильное устройство выключено или находится вне зоны покрытия GPRS, его контекст деактивируется и устройство отсоединяется от сети.

6. Когда мобильный пользователь посылает данные (при условии успешной аутентификации), узел SGSN направляет пакеты на соответствующий узел GGSN. GGSN затем направляет данные в соответствии с текущим «контекстом», устанавливаемым для данной сессии. В обратном направлении, пакеты, предназначенные для пользователя, направляются в GGSN, ассоциированного с IP адресом пользователя. Узел GGSN проверяет полученные пакеты в соответствии с текущим контекстом, идентифицирует SGSN, обслуживающий данного пользователя и направляет движение пакетов в соответствующем направлении. Узел SGSN затем пересылает пакеты на базовую станцию, где находится пользователь, используя протокол второго, канального уровня Frame Relay.

Таким образом, подписываясь на услуги GPRS, абонент может получить выход на разные пакетные сети, каждой из которых соответствует свой PDP адрес. Для каждого PDP адреса в MS, HLR, SGSN и GGSN существует индивидуальная база данных, называемая PDP-контекстом, независимая от других PDP-контекстов. Она может находиться в одном из двух состояний:

- INACTIVE state (неактивное состояние).
- ACTIVE state (активное состояние).

PDP состояние указывает – активен ли PDP адрес для передачи пакетных данных или нет.

В состоянии INACTIVE обмен данными MS с сетью по соответствующему PDP адресу невозможен. PDP-контекст не содержит информации для маршрутизации пакетов данного PDP адреса.

При поступлении входящих пакетов при нахождении PDP-контекста в состоянии INACTIVE, GGSN инициирует процедуру активизации PDP-контекста для данного PDP адреса (активация PDP-контекста сетью). Другая возможность состоит в выполнении узлом GGSN процедур обработки ошибок адреса в соответствии с внешними сетевыми протоколами, например, IP.

Пакеты, поступившие в GPRS из внешней сети, при этом признают негодными или отправляют обратно.

Переход в состояние ACTIVE возможен только в том случае, если в MS и SGSN контексты MM находятся в состоянии STANDBY или READY. MS инициирует переход из состояния INACTIVE в ACTIVE путем процедуры активации PDP-контекста. В состоянии ACTIVE PDP-контекст для данного PDP адреса активизирован в MS, SGSN и GGSN. PDP-контекст содержит информацию маршрутизации для передачи пакетов конкретного PDP адреса между MS и GGSN. Таким образом, MS может принять или передать пакеты данных.

Чтобы иметь возможность передавать и принимать данные, мобильный телефон должен активировать IP-адрес, а точнее говоря, пользовательский контекст. Контекст включает такую информацию, как тип пакетных данных, адрес, параметры QoS и т. д. В результате активизации контекста GGSN будет знать о существовании и местонахождении абонента и, таким образом, сможет обеспечить его взаимодействие с внешними сетями.

Процедура активизации PDP-контекста выглядит следующим образом.

1. Мобильный терминал формирует запрос на активизацию PDP-контекста к SGSN.

2. Узел SGSN проверяет право MS на активизацию данного контекста (на основании информации о подписке абонента, полученной из HLR в процессе процедуры GPRS-attach) и при необходимости вставляет отсутствующие необязательные параметры (к ним относятся адрес и параметры QoS). При недостатке ресурсов запрошенные параметры QoS могут быть изменены в меньшую сторону.

3. Имя точки доступа (APN) передается к серверу доменных имен (DNS) в SGSN для нахождения IP адреса релевантного GGSN

4. SGSN выбирает адрес и посылает сообщение на создание PDP-контекста с выбранным для работы узлом GGSN (включая идентификатор туннеля).

5. GGSN формирует ответ на создание PDP-контекста.

6. Между узлами SGSN и GGSN создается виртуальное соединение (GTP-туннель).

7. GGSN назначает IP адрес мобильному терминалу.

8. SGSN посылает к мобильному терминалу ответное сообщение «PDP-контекст активизирован» (включая IP адрес).

9. Активизация контекста завершается подтверждением MS со стороны сети. После активизации контекста MS может обмениваться сообщениями с соответствующей сетью.

В зависимости от того, кто является адресатом, передача данных в GPRS делится на три типа: инициированная MS, получаемая MS и инициированная и получаемая MS. В случае, если передача инициируется MS, SGSN инкапсулирует поступающие от MS пакеты и передает их с помощью протокола GTP на шлюз GGSN, а тот уже направляет их в соответствующую сеть

передачи данных. В случае, если передача предназначена MS, шлюз находит контекст, относящийся к данному адресу, и определяет из него адрес SGSN. После этого шлюз инкапсулирует пакеты и передает их соответствующему SGSN, а тот уже доставляет их MS.

Переход из состояния ACTIVE в состояние INACTIVE может произойти в двух случаях. В первом случае это происходит, когда MS деактивирует соответствующий PDP-контекст. Второй случай имеет место при выполнении процедуры GPRS detach или по истечении таймера состояния STANDBY. При этом в состояние INACTIVE переходят все активные PDP-контексты.

В случае роуминга GPRS-абонента выполняется следующая процедура, связанная с маршрутизацией данных. При этом возможны два сценария. SGSN в обоих случаях используется гостевой (VSGSN – Visited SGSN), а GGSN может использоваться либо гостевой (VGGSN – Visited GGSN), либо домашний (HGGSN – Home GGSN). В последнем случае между домашним и гостевым операторами должна существовать GPRS-магистраль (InterPLMN GPRS BackBone – GPRS-линия между разными мобильными сетями) для передачи трафика между HGGSN и мобильным абонентом. Кроме того, появляется необходимость в BG (Border Gateway – граничный шлюз) с обеих сторон с целью обеспечения защиты сетей от атак извне.

2.2 Внедрение биллинга службы GPRS

Принципиальное отличие мобильных технологий третьего поколения заключается в возможности обеспечить полный перечень современных информационных услуг как мультимедийных, так и немультимедийных. С введением новых сетей связи последует внедрение множества типов высокоскоростных интерактивных сервисов: потоковое видео, видеоконференция, видеопочта, online-покупки, online-банкинг, биржевая торговля, сервисы, основанные на местоположении и др. Отсюда вытекают требования к возможности тарифицировать передаваемую информацию не только исходя из длительности, направления и времени установления соединения, но и с учетом передаваемого объема, местоположения, контента, качества сервиса QoS и ряда других характеристик. Кроме того, с запуском сетей 3G становится возможным предоставление неголосовых услуг в роуминге.

Существует четкое разграничение основных телекоммуникационных услуг (телефония, электронная почта, видеоконференцсвязь) и так называемых услуг с добавленной стоимостью (value-added services, VAS), к предоставлению которых подключается еще и третья сторона – контент-провайдер.

Биллинг для службы GPRS включает авторизацию и аутентификацию абонентов на уровне GGSN для дополнительных сервисов VAS. Этот процесс может происходить, например, с использованием индустриального стандартного протокола передачи биллинговой информации RADIUS (который выполняет функции централизованной проверки регистрационных данных

пользователей на сервере аутентификации) или с помощью AAA-сервера (Authentication, Authorization, Accounting Server), который контролирует доступ к дополнительным сервисам на пакетной части сети и обеспечивает безопасность точки доступа APN (Access Point Name). Когда пользователь заказывает ту или иную услугу, оператор, подключающий эту услугу пользователю, вносит информацию о необходимых точках APN в регистр HLR. Типы APN включают в себя Интернет-провайдеров, корпоративные сети, почтовые серверы, широковещательные услуги, каналы телеметрии, игровые «зоны» и пр.

Рассмотрим образование учетной информации, используемой при тарификации услуг передачи данных.

Вызов от базовой станции направляется в узлы SGSN или GGSN, соединяющие мобильную станцию с сетями пакетной передачи данных. Для обеспечения сбора относящейся к оплате информации каждый PDP-контекст в SGSN и GGSN связывают с уникальным идентификатором (Charging ID). Его генерирует GGSN в процессе активации PDP-контекста и передает в SGSN. Если MS перемещается из зоны обслуживания одного SGSN в зону обслуживания другого SGSN, то в процессе выполнения процедуры RA Update идентификатор Charging ID передают из старого GGSN в PDP-контекст нового SGSN. Таким образом, в PDP-контексте GGSN и текущего SGSN всегда содержится одинаковый Charging ID. Идентификатор Charging ID и адрес GGSN включают во все учетные записи, выполняемые в процессе активности данного PDP-контекста. Для того чтобы оператор смог произвести начисления за пользование пакетными сетями, должны быть сформированы так называемые учетные записи (Call Detail Record – CDR).

Оператор имеет возможность сконфигурировать SGSN и GGSN таким образом, чтобы собирать именно те данные, которые его интересуют. Стандартом, однако, определены те минимальные требования, которые должны обеспечивать SGSN и GGSN с точки зрения возможности сбора относящейся к оплате информации. Важной составной частью архитектуры системы GPRS является расширенный шлюз тарификации CG (Charging Gateway), который не является стандартизированным элементом GPRS-сети, но может служить в качестве платформы агрегирования CDR-файлов, поступающих от узлов SGSN/GGSN с последующей отправкой их напрямую в биллинговую систему. Возможна, однако, и реализация CG в виде отдельных модулей в составе SGSN и GGSN.

Учетные записи передаются из SGSN и GGSN в биллинговую систему сразу после их окончания. В этом принципиальное отличие учета в GPRS от классической GSM, где функции учета выполняет MSC, который генерирует учетные записи и хранит их в виде файлов на магнитном диске в течение длительного времени, а затем передает в биллинг-центр в установленном оператором порядке.

При использовании службы GPRS оператор формирует учетные записи CDR нескольких типов (рисунок 2.4). Эти новые CDR должны считываться с

узлов поддержки GPRS при помощи процедуры, называемой Charging Gateway Function (CGF), сведены в единое целое, отфильтрованы и отформатированы для последующей передачи в биллинговую систему.

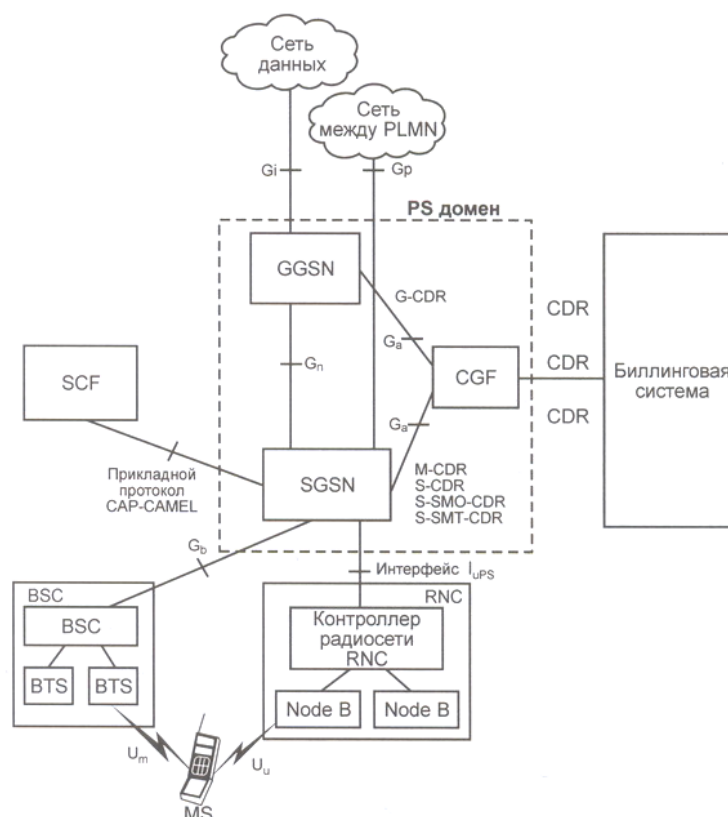


Рисунок 2.4 – Стандартная архитектура тарификации услуг в GPRS

В сетях GPRS могут генерироваться пять типов учетных записей, на основе которых впоследствии можно производить расчеты с абонентами:

- S-CDR содержит информацию, относящуюся к работе мобильной станции;
- G-CDR содержит информацию, относящуюся к использованию услуги у удаленной сети;
- M-CDR содержит информацию, относящуюся к мобильности и положению абонента;
- короткие сообщения (SMS), передаваемые через каналы GPRS, порождают еще два типа записей, относящихся к входящим и исходящим сообщениям.

Существенное отличие этих учетных записей от CDR, образуемых в сетях с коммутацией каналов, состоит в том, что S-CDR и G-CDR содержат блоки информации об объеме трафика, переданного при определенных ценовых условиях (traffic data volumes, TVD). Ценовые условия могут изменяться, когда меняется уровень QoS предоставленной услуги, когда начинается новый тарификационный период или когда истекает какой-либо другой пред-установленный период. Узлы GSN записывают соответствующие данные в

одно из TVD-полей CDR, независимо от того, завершено соединение или нет. Эти поля могут непрерывно обновляться в течение, например, дня или же S-CDR и G-CDR могут быть «закрыты» и переданы для обработки, в то время как начнут генерироваться новые учетные записи.

Все перечисленные данные, необходимые для тарификации, собираются при помощи упомянутой выше функции CGP, которая играет роль посреднической системы (mediation device) для сетей GPRS. Функция CGF может выполняться как централизованно, так и распределенно. Возможны и комбинированные решения – распределенное выполнение на узлах GSN основных операций, к которым относятся сбор, сохранение и преобразование CDR и централизованное выполнение расширенных операций.

Расширенные операции CGF могут быть реализованы в размещаемом между узлами поддержки GPRS (SGSN и GGSN) и биллинговой системой буферном устройстве (billing gateway, BGW), в задачи которого может входить:

- сохранение CDR в течение GPRS-сессии, которая считается открытой, пока активен PDP-контекст;
- сопоставление и объединение частных CDR, сгенерированных в течение одной сессии в одну общую запись, а также их фильтрация;
- расчет стоимости объема переданной информации;
- перевод CDR в формат, пригодный для обработки в биллинговой системе.

SGSN собирает информацию для начисления оплаты, связанную с использованием радиоресурса, в то время как GGSN собирает информацию, относящуюся к использованию внешней сети. Оба узла собирают информацию об использовании сети GPRS. Данные, относящиеся к учету, собирают независимо для обоих направлений (от MS и к MS).

Следует отметить, что спецификациями GPRS не предусмотрены средства для создания CDR, связанных с содержанием передаваемой информации. Такие записи должны генерироваться отдельно и использоваться совместно с описанными для получения целостного представления об использованной услуге.

Преобразование биллинговой информации, образующейся в сетях GPRS, в вид, подходящий для обработки в биллинговой системе, само по себе весьма затруднительно. Считается, что один традиционный абонент делает 3...7 голосовых вызовов в день. При пакетной передаче количество учетных записей может возрасти до 20...50, причем это будут записи разных типов. Задача состоит в том, чтобы свести несколько записей различных типов к одной, пригодной для дальнейшей обработки; основная трудность здесь заключается в идентификации всех записей из PDP-контекста, относящихся к одному вызову.

Принципы тарификации в сетях с коммутацией каналов давно известны и хорошо проработаны. Переход на новые принципы коммутации означает и переход на новые ценовые модели, которые подразумевают начисления,

зависящие от объема переданной информации, от содержания переданной информации и начисления за право доступа в «чужую» сеть. Кроме того, могут появиться и «внесетевые» сервисы, связанные, например, с банковскими транзакциями, рекламой, торговлей и пр.

Можно выделить три блока услуг, для которых, вероятно, потребуются отдельные бизнес-модели:

- услуги, оплачиваемые на основе продолжительности их потребления (голосовая связь, видеоконференции, видеофильмы, телевидение, радио);
- услуги, оплачиваемые на основе объема переданной информации (просмотр Web-ресурсов, передача файлов, электронная почта);
- услуги, оплачиваемые за каждую транзакцию (сделки, игры, запросы к базам данных).

Перечисленные типы и ценность информации, переданная через ту или иную точки доступа, значительно отличаются друг от друга, что должно отразиться и в начислениях. В качестве возможных механизмов могут рассматриваться абонентская плата, привязка к событию (фиксированная плата за использование услуги), объем переданной информации и время, в которое она была запрошена. Может применяться и любая комбинация перечисленных механизмов; основное требование остается неизменным – биллинг должен быть прозрачным и гибким.

В отличие от традиционного биллинга, в сетях GPRS уровень QoS может играть существенную роль при расчете стоимости предоставленной услуги. Однако QoS может меняться в течение одного сеанса. И при изменении параметров QoS каждый раз должна образовываться новая учетная запись для расчета стоимости соответствующей порции данных. Занесение всех таких частичных учетных записей в биллинговую систему может сильно перегрузить ее. Предполагается, что задачу «сшивания» учетных записей в одну, соответствующую одному сеансу, должны взять на себя буферные устройства, возможно – узлы GSN.

Набор параметров, составляющий профиль QoS, устанавливается для каждой сессии исходя из требований абонента, с одной стороны, и доступных текущих ресурсов сети – с другой. При получении запроса на активацию PDP-контекста узел SGSN вызывает специальную процедуру, которая обрабатывает запрос и либо «договаривается» с абонентом об уровне сервиса, либо отвергает запрос.

Необходимость «договариваться» возникает тогда, когда сетевые ресурсы не позволяют обеспечить заданные параметры QoS или из-за изменения условий передачи при маршрутизации вызова. Результат «переговоров» зависит от хранящейся информации об абоненте, запрошенного уровня QoS и ширины полосы пропускания канала в той или иной соте. Запрос на данный уровень QoS может быть отвергнут, если количество абонентов, подключенных в данный момент к конкретному узлу SGSN, превышает установленный предел.

Профиль QoS, установленный как компромисс между желаемым и доступным, должен потом учитываться при расчетах за полученную услугу. Узел SGSN может отвергать пакеты с низшим приоритетом для того, чтобы обеспечить QoS, установленный для данной сессии.

Кроме того, необходимо решить вопрос о том, каким образом можно обеспечить идентификацию контента, учитывая его разнообразие. Считается, что уже сейчас любой поток данных в IP-трафике можно описать при помощи следующих атрибутов:

- источник контента (определяется по URL);
- географическое положение источника (определяется при помощи DNS);
- вид приложения (определяется по TCP);
- полоса пропускания (определяется для конкретного приложения);
- маршрут (определяется, исходя из типа приложения, заданного уровня QoS и свободных каналов связи);
- получатель контента (определяется по URL).

Эти атрибуты могут быть определены и зафиксированы за счет мониторинга IP-трафика. Для разработки стандартных подходов к обмену данными между сетями создана специальная организация IPDR (IP Detail Record), занимающаяся, в частности, разработкой открытого, гибкого и расширяемого формата записей, который позволил бы учитывать все существенные для расчетов параметры транзакций. Предполагается, что для этой цели будут использованы возможности, предоставляемые языком XML.

2.3 Обоснование применения оборудования Alcatel

В настоящее время на рынке представлен широкий спектр оборудования GPRS, выпускаемого ведущими производителями телекоммуникационного оборудования, такими как Siemens, Alcatel, Nokia, Ericsson, Motorola, Huawei и другими. Представленное оборудование в полной мере реализует соответствующие спецификации ETSI и практически используется в действующих сетях зарубежных и отечественных операторов. Между тем, существуют некоторые технические особенности реализации оборудования GPRS, среди которых следует выделить способ интеграции контроллеров пакетов PCU в подсистему базовых станции – BSS. В настоящее время реализуется два варианта организации PCU в BSS:

- выделенный блок PCU;
- PCU, интегрированный в контроллер базовой станции BSC.

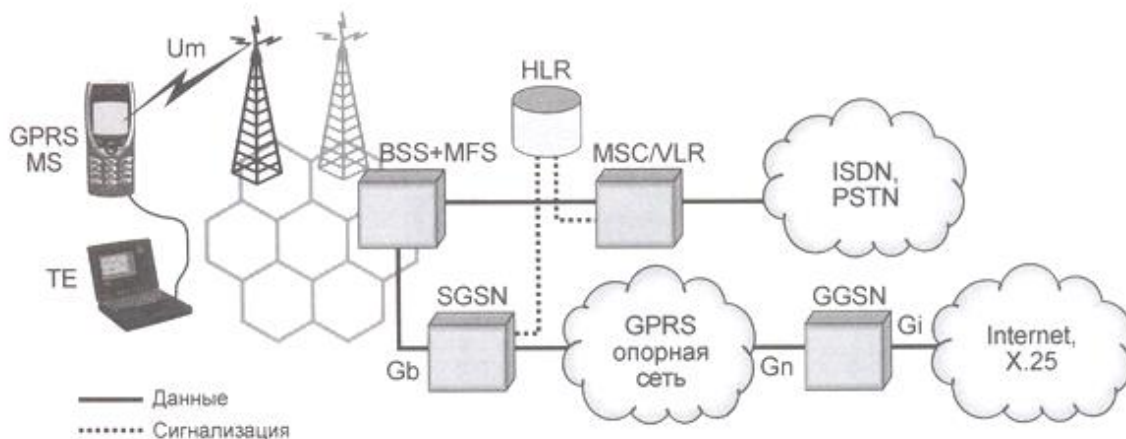


Рисунок 2.5 – Схема реализации GPRS на базе оборудования Alcatel

Для реализации GPRS в сеть GSM вводятся:

- Alcatel EVOLIUM™ MFS 935 (Multi-BSS Fast packet Server) – специальный сервер пакетов GPRS;
- Сервисный и шлюзовый узлы поддержки услуг GPRS: SGSN и GGSN;
- Опорная (базовая) IP сеть GPRS (GPRS Backbone).

Особенность решения Alcatel заключается в том, что контроллеры пакетов PCU (Packet Control Unit) для всех сот в подсистеме BSS включены в одно централизованное устройство – Alcatel EVOLIUM™ MFS 935 (Multi-BSS Fast packet Server), предназначенном для поддержки существующих базовых станций Evolium BSS.

Основными функциональными блоками MFS являются модули обработки GPRS (GPRS Processing Unitboards – GPU), которые поддерживают Gb интерфейс по направлению к SGSN и выполняют функции контроллера пакетов PCU (рисунок 2.6). Контроллер пакетов управляет функциями GPRS в BSS, к этим функциям относятся:

- сегментация/сборка протокольных блоков данных (Protocol Data Unit – PDU);
- управление доступом к каналу;
- управление радиоканалом;
- загрузка пакетного канала передачи данных (PDCH);
- обнаружение ошибок при передаче;
- автоматический запрос повторной передачи (Automatic Request for Repetition – ARQ) и др.

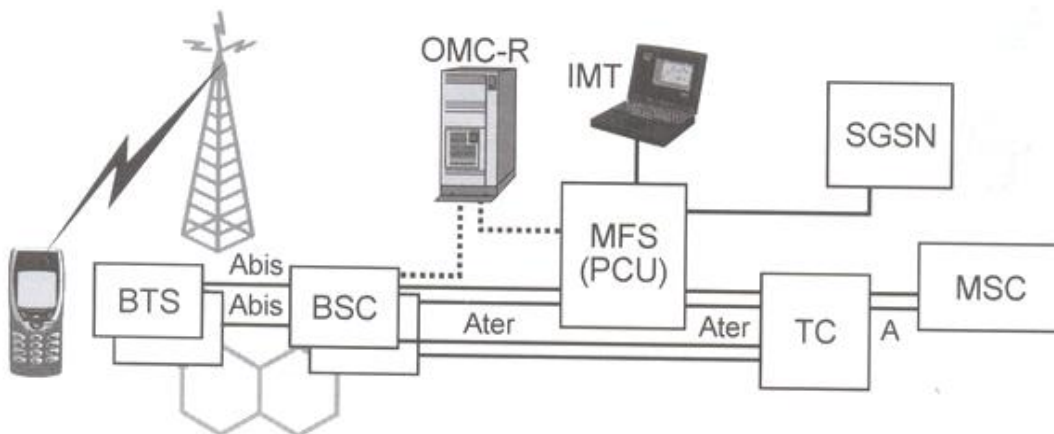


Рисунок 2.6 – A935 MFS в структуре сети GSM/GPRS

A935 MFS имеет следующие физические интерфейсы (рисунок 2.7).



Рисунок 2.7 – Интерфейсы между оборудованием GPRS

- Интерфейс с BSC (AterMux-интерфейс) это E1 тракт (тракты), который может быть полностью выделен под GPRS, или, частично под каналы GSM (CS Channel Switching – коммутация каналов) и частично под GPRS (рисунок 2.8).

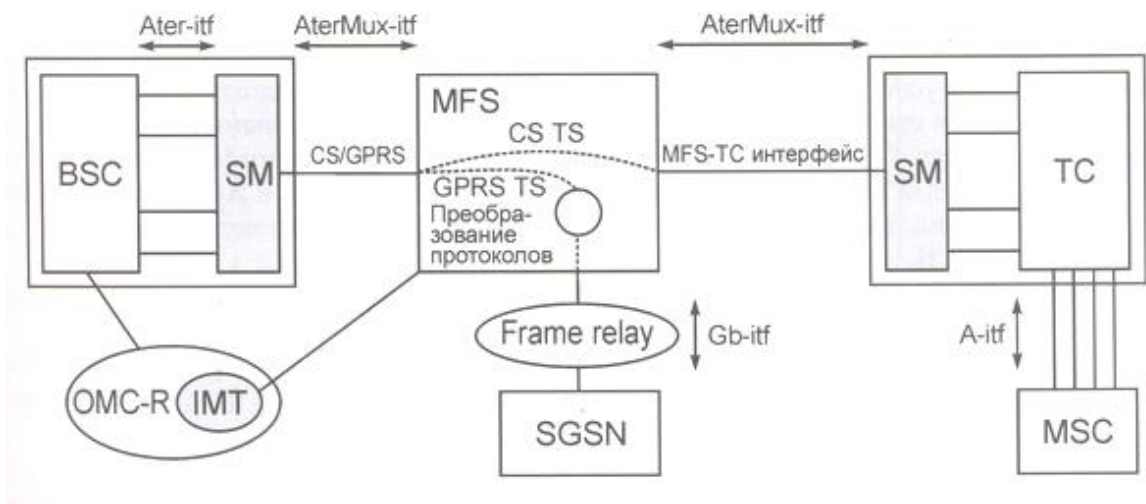


Рисунок 2.8 – Интерфейсы A935 MFS

- Интерфейс с транскодером TC (AterMux-интерфейс) это E1 тракт (тракты), в котором либо только каналы CS, либо и каналы CS и каналы GPRS. По каналам GPRS передаются данные логического Gb интерфейса (интерфейс между PCU и SGSN). Канальный уровень Gb интерфейса реализован в виде Frame Relay, поэтому для трансляции Gb интерфейса может использоваться сеть FR.

- Интерфейс с подсистемой технического обслуживания и эксплуатации OMC-R (Operation and Maintenance Centre-BSS) является Q3 и FTP интерфейсом, подключение по нему может быть осуществлено либо локально (Ethernet, через встроенный концентратор 10Base-T), либо удаленно через маршрутизатор.

В рамках BSS EVOLUIM (рисунок 2.9) определены два типа логических каналов:

- сигнализации GPRS (GPRS Signaling Links – GSL), обеспечивающие передачу информации сигнализации между A935 MFS и BSC;
- трафика GPRS (GPRS traffic channels – GCH), осуществляющие передачу GPRS – трафика между A935 MFS и BSC и обеспечивающие пакетные каналы передачи данных (PDCH).

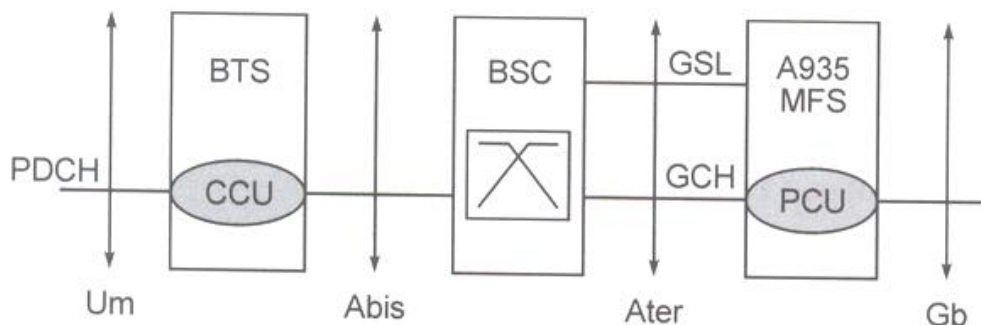


Рисунок 2.9 – Каналы BSS/GPRS

Каналы сигнализации GPRS (GSL) представляют собой LAP-D (Link Access Procedures on D-channel) тракты, аналогичные RSL и OML между BSC и BTS.

Пакетные каналы передачи данных (Packet Data Channels – PDCH) это GPRS каналы, соответствующие одному таймслоту эфирного интерфейса GSM, используемые несколькими мобильными станциями. Каждому каналу PDCH динамически ставится в соответствие канал GCH, который обеспечивает передачу GPRS-трафика между A935 MFS и BSC. Каждый канал GCH использует канал 16 кбит/с в Abis и AterMux интерфейсах. Таким образом, один тайм-слот интерфейса AterMux (64 кбит/с) поддерживает до четырех каналов GCH.

Для построения сетей различной емкости и различной конфигурации поддерживается несколько сценариев организации передачи по Gb интерфейсу:

- MFS-SGSN интерфейс на основе выделенного MFS-SGSN канала. Этот интерфейс может быть организован либо путем организации прямого E1 канала (рисунок 2.10), либо через сеть Frame Relay (рисунок 2.11).
- В случае, когда нет прямого канала между MFS и SGSN, Gb интерфейс может быть организован через MSC, который в этом случае выступает как пх64 кбит/с кросс-коммутатор (рисунок 2.12).

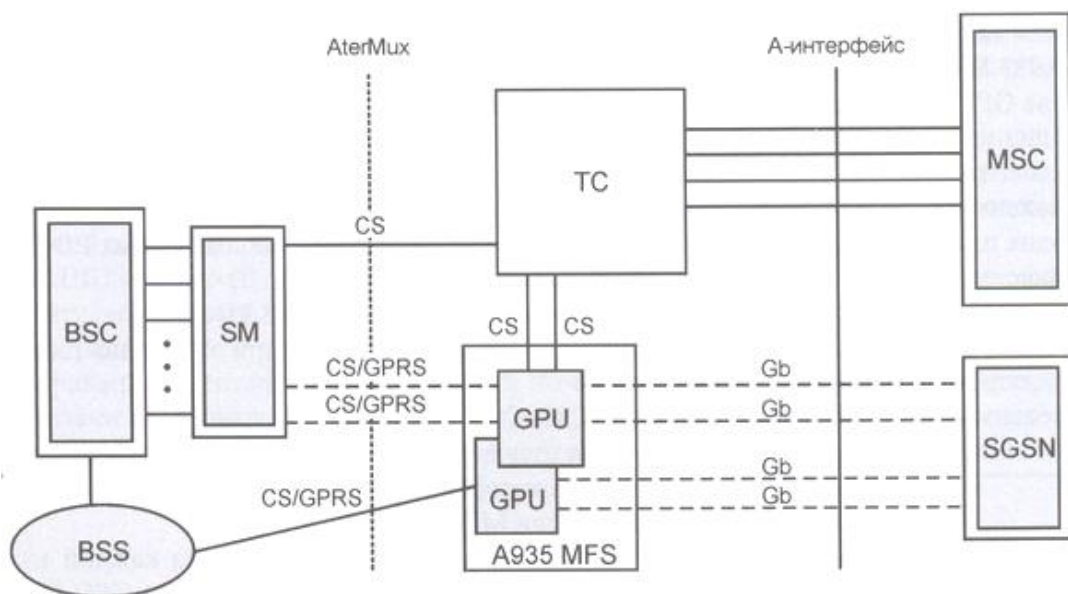


Рисунок 2.10 – Gb-интерфейс на основе прямого канала MFS-SGSN

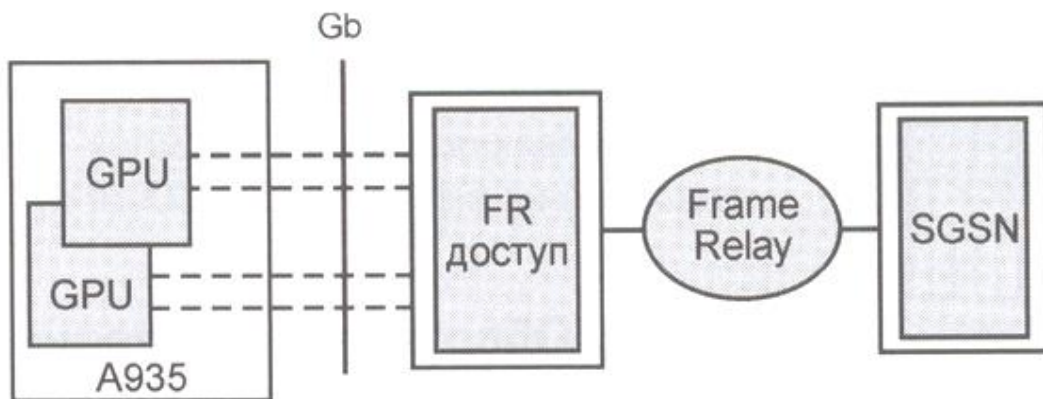


Рисунок 2.11 – Gb-интерфейс на основе сети Frame Relay

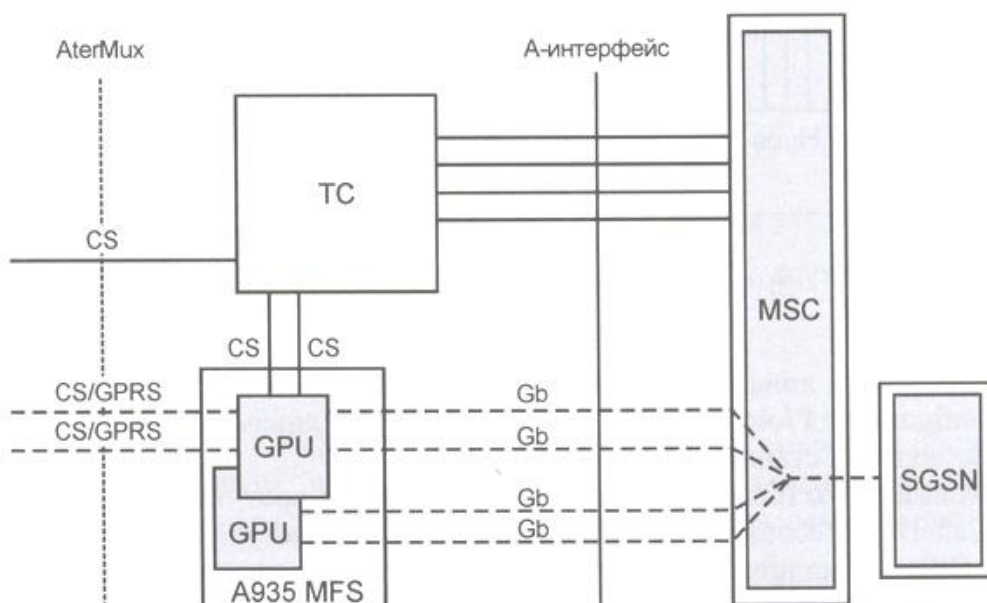


Рисунок 2.12 – Gb-интерфейс, организованный через MSC

Основные технические характеристики A935 MFS:

- A935 MFS может содержать от 1 до 32 GPU плат (до 12 GPU на одну полку); при этом две GPU платы используются для резервирования;
- одна плата GPU поддерживает один BSC (при этом один BSC может обслуживаться несколькими GPU);
- максимальное число подключаемых BSC – 22;
- одна плата GPU поддерживает до 240 активных пакетных каналов данных PDCH;
- максимальное количество активных каналов PDCH – 5280;
- в одной соте на одном частотном канале может быть от 0 до 8 PDCH;
- A935 MFS подключается к одному или нескольким SGSN, при этом одна плата GPU подключается к одному SGSN;

- реализованные схемы кодирования: CS1, CS2, CS3, CS4.

Конструктивно MFS состоит из одного стativa. В стative MFS входят:

- две полки (telecom subracks), на каждой из которых устанавливается до 12 блоков GPU (11 рабочих и один резервный);
- два сервера DS10;
- коммутаторы и коннекторы (HUBs);
- блок TRU (Top Rack Unit), обеспечивающий ввод напряжения питания.

Управляющее программное обеспечение MFS реализовано на базе серверов DX10 производства Compaq.

Сетевое оборудование опорной сети GPRS включает оборудование, обеспечивающее реализацию услуг GPRS, взаимодействие через стандартизованные интерфейсы с оборудованием сети GSM и внешними сетями передачи данных. Структура сетевого оборудования GPRS представлена на рисунке 2.13.

Сетевое оборудование GPRS включает:

- сервисный и шлюзовый узлы поддержки услуг GPRS: SGSN и GGSN;
- сервер доменных имен DNS (Domain Name Server), обеспечивающий трансляцию доменных имен типа «NetworkName.mncXXX.mccYYY.gprs» в IP адреса GGSN;
- сервер протокола динамической настройки конфигурации хост-узла DHCP (Dynamic Host Configuration Protocol Server), используется для динамического присвоения IP адресов мобильным станциям;
- биллинговый шлюз (Charging Gateway) – основан на продукте Alcatel – A1338 GPRS CDR (Call Data Record Collector product), который выступает в качестве посредника между GSN и биллинговой системой оператора. Биллинговый шлюз обеспечивает возможность оператору применять несколько типов тарифных планов: prepaid, postpaid, основанных на объеме переданной информации, времени занятия канала и др.;
- центр технического обслуживания и эксплуатации GPRS: OMC-G (Operation and Maintenance Centre-GPRS) Alcatel 1364 OMC-G, обеспечивает централизованное управление сетью GPRS;
- пограничный шлюз BG (Border Gateway): это отдельное оборудование, используемое в случае обеспечения роуминга между двумя PLMN. BG обеспечивает функции межсетевой маршрутизации и передачи пакетов, функции безопасности. BG основывается на той же платформе, что и GGSN;
- RADIUS сервер (RADIUS – Remote Authentication Dual-In User Service) – сервер аутентификации удаленных пользователей по коммутируемым линиям. Обеспечивает централизованное хранение атрибутов аутентификации, авторизации. Функции аутентификации идентифицируют абонента по имени и паролю. Функции авторизации позволяют пользователю управлять доступом к ограниченными специфическим ресурсам;

- межсетевой экран Firewall, обеспечивающий защиту от несанкционированного доступа к ресурсам сети GPRS.

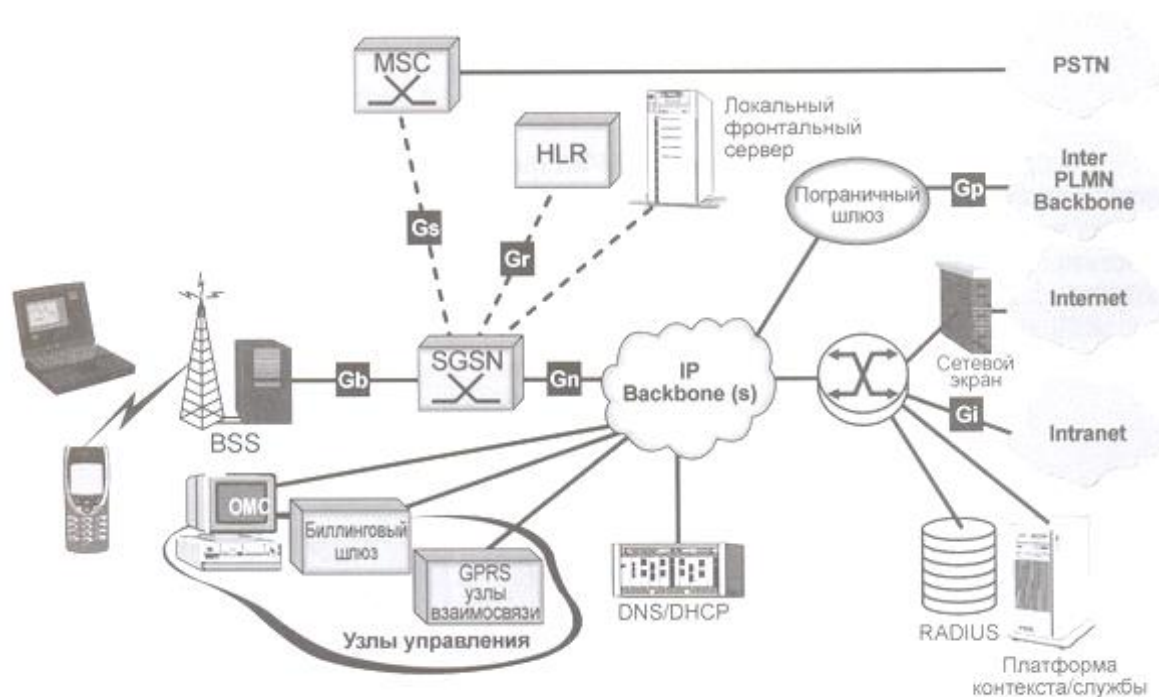


Рисунок 2.13 – Сетевое оборудование GPRS

Структура базовой сети GPRS (GPRS backbone) зависит от емкости и общей архитектуры сети GSM/GPRS в целом, числа используемых GSN, существующей магистральной транспортной сети. При этом возможны следующие варианты организации базовой сети GPRS.

- Централизованная сетевая архитектура GPRS (рисунок 2.14), в рамках которой SGSN и GGSN сосредоточены на одной площадке и объединяются локальной сетью LAN.

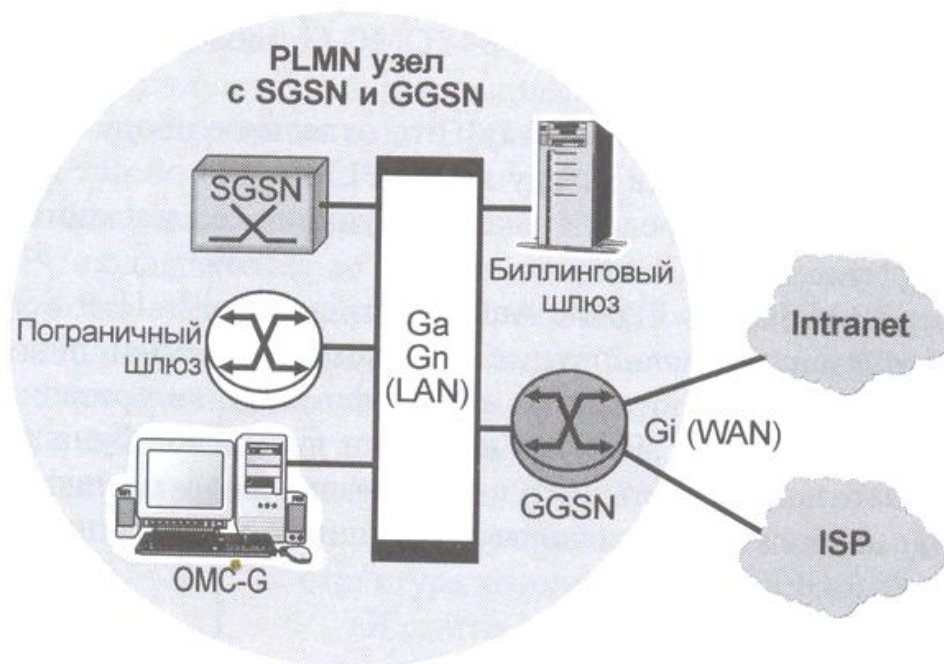


Рисунок 2.14 – Централизованная сетевая архитектура GPRS

- Распределенная сетевая архитектура GPRS (рисунок 2.15).

В рамках распределенной архитектуры SGSN и GGSN размещаются на различных площадках и соединяются через базовую пакетную сеть GPRS. Базовая сеть может быть организована на основе известных технологий: Fast/Gigabit Ethernet; Frame Relay; ATM; IP/MPLS.

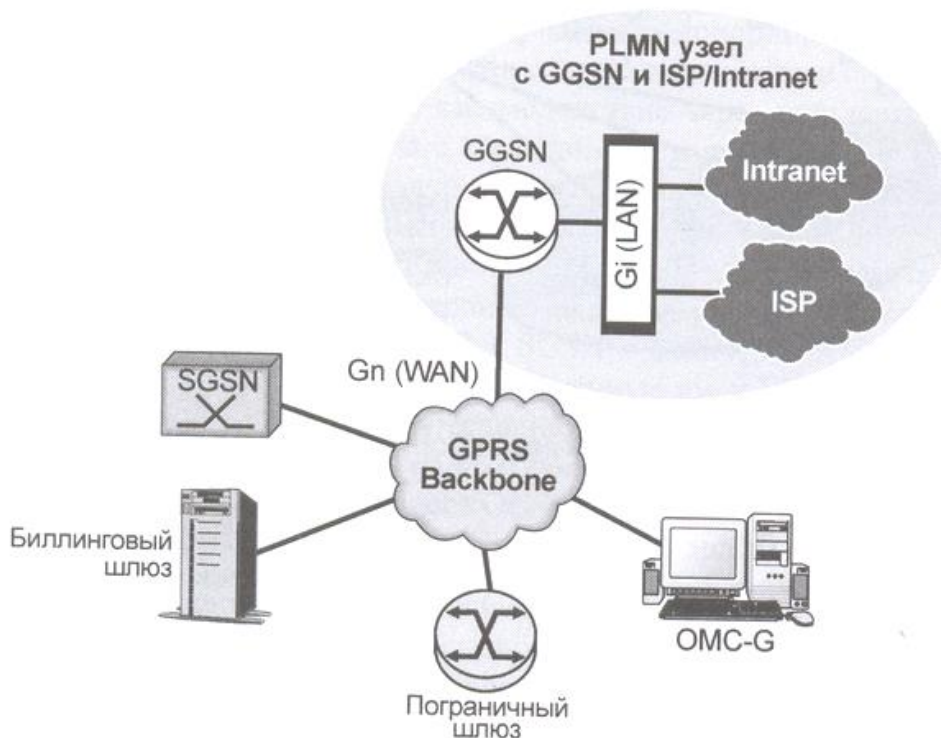


Рисунок 2.15 – Распределенная сетевая архитектура GPRS

В структуру SGSN входят: UNIX серверы, блок маршрутизации, интерфейсные модули интерфейсов на базе ОКС № 7 (Gr, Gd, Gf, Gs), модули Gb интерфейса.

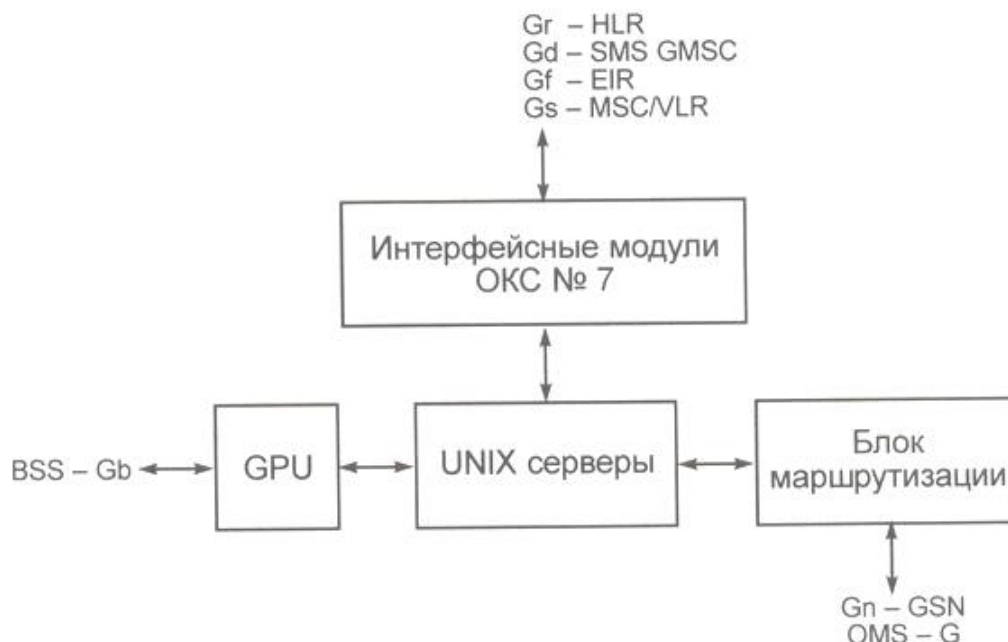


Рисунок 2.16– Структурная схема SGSN

UNIX серверы выполняют основные функции SGSN такие как управление мобильностью, управление сессиями, тарификация, функции протокола GTP и др. Остальные блоки выполняют транспортные функции в направлении сетевых элементов GPRS:

- в направлении сети ОКС № 7 – интерфейсные модули ОКС № 7;
- в направлении GPRS IP-магистральной сети – блок маршрутизации;
- в направлении BSS – модули Gb интерфейса – блоки GPU. Основные функции SGSN разделяются на две плоскости:
 - управления, включающую все функции, связанные с формированием и обработкой управляющей информации;
 - пользователя, включающую все функции, связанные с обработкой пользовательской информации.

Обе указанные плоскости могут быть разделены на два уровня: радиосети; транспортный уровень.

На рисунке 2.17 представлено распределение основных блоков SGSN по указанным плоскостям и уровням.

UNIX серверы обеспечивают:

- пакетную обработку верхних уровней (протоколы LLC, SNDCP), передача пользовательских пакетов, обеспечение протокола GTP;
- функции передачи сетевого уровня и протокол BSSGP;
- поддержку протоколов плоскости управления (MAP, TCAP, CAMEL, BSSAP и др.) и связанных с ними функций: управление сессиями,

управление мобильностью, тарификация, prepaid и др.;

- функции ОКС№ 7;
- функции управления и технического обслуживания (O&M).

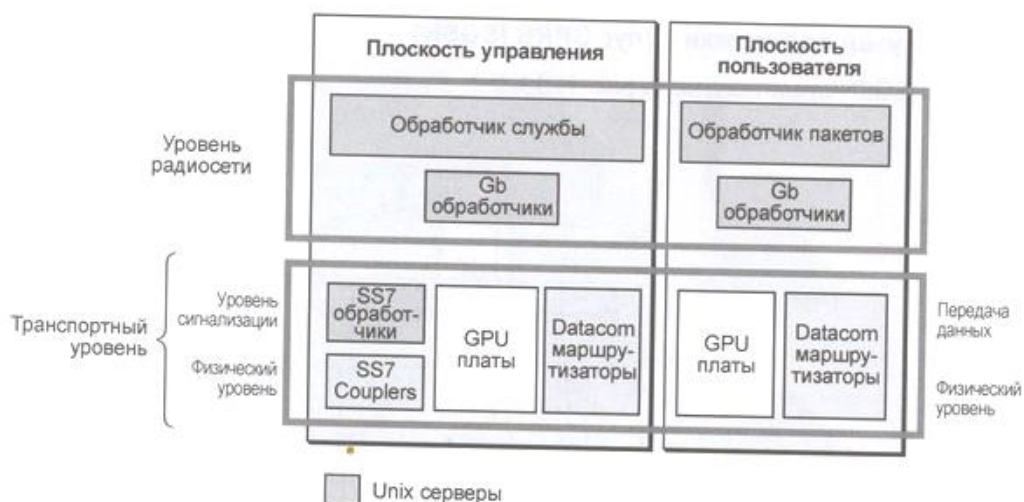


Рисунок 2.17 – Разделение между уровнями

В состав SGSN входит два сервера DS10, так называемые пилот-серверы (pilot servers), которые выполняют базовые системные функции, и определенное количество «непилот»-серверов (nonpilot servers) с заданным количеством процессоров. Производительность SGSN определяется числом процессоров, один процессор обеспечивает обработку 25000 активных абонентов (PDP-контекстов), в станцию 14 DS10 может быть установлено до 6 процессоров.

Характеристиками, определяющими производительность SGSN являются:

- максимальное количество динамических MM-контекстов. MM-контекст соответствует одной мобильной станции, подключенной к сети GPRS (с неактивным или активным PDP контекстом);
- максимальное количество PDP-контекстов;
- пиковая скорость коммутируемого цифрового потока.

В таблице 2.1 представлены эти характеристики для основных конфигураций SGSN.

Таблица 2.1 – Производительность SGSN

Характеристика	Конфигурация		
	E	F	G
Максимальное количество MM-контекстов	100000	200000	300000
Максимальное количество PDP-контекстов	100000	200000	300000
Пиковая скорость коммутируемого цифрового потока, Мбит/с	50	100	150

Блок маршрутизации включает в себя 2 или 3 стандартных маршрутизаторов Cisco 7206 NPE400.

Блоки GPU обеспечивают Gb интерфейс с MFS на основе протокола Frame Relay. В структуру Gb интерфейса входит:

- E1 – канал;
- базовые каналы Frame Relay (Frame Relay Bearer Channel – BC);
- виртуальные каналы Frame Relay (Frame Relay Virtual Channels – PVC);
- сетевые виртуальные каналы (Network Service Virtual Channels – NS-VC);
- объект сетевого уровня (Network Service Entity – NSE);
- виртуальный канал протокола BSSGP (BSSGP Virtual Channel – BVC);
- область маршрутизации (Routing Areas – RA) и отдельные соты (Cells).

Емкость Gb интерфейса на уровнях NS и BSSGP определяется емкостью Gb интерфейса на уровне Frame Relay, а также объемом памяти и производительностью процессоров серверов DS10. Число NS-VC равно числу виртуальных каналов Frame Relay PVC, число сот соответствует числу BVC, число NSE соответствует числу контроллеров базовых станций BSC.

Максимальная емкость Gb интерфейса для различных конфигураций SGSN представлена в таблице 2.2

Таблица 2.2 – Максимальные значения характеристик Gb интерфейса

Характеристика	Конфигурация SGSN		
	E	F	G
Число блоков GPU	6	7	8
Число BSC (NSE)	512	1024	1536
Число областей маршрутизации (RA)	2048	2048	2048
Число E1 каналов	96	112	128
Число BC	720	840	960
Число PVC (NS-VC)	3072	3584	4096
Число сот	16000	32000	48000

При этом в зависимости от требуемой производительности возможны три конфигурации: E, F, G. Первый статив содержит одну полку интерфейсов ОКС № 7, одну полку блоков GPU, два коммутатора Ethernet, два сервера DS10. Второй статив включает от 2 до 6 серверов DS10, два коммутатора Ethernet, 2-3 блока маршрутизации. Третий статив может содержать до шести серверов DS10, два коммутатора Ethernet, до 3 маршрутизаторов GGSN (в случае, если SGSN и GGSN совмещаются в одном блоке).

Шлюзовый узел поддержки услуг GPRS GGSN обеспечивает сопряжение опорной сети GPRS с внешними сетями. Так же как и SGSN в решении

Alcatel, GGSN основан на стандартном маршрутизаторе Cisco 7206NPE400. Аналогично SGSN производительность GGSN характеризуют следующие параметры:

- максимальное количество PDP контекстов;
- максимальное число активных PDP контекстов, поддерживаемых GGSN;
- пиковая скорость коммутации.

Указанные характеристики представлены в таблице 3.

Таблица 2.3 – Параметры производительности

Характеристика	Cisco 7206NPE400
Максимальное количество PDP-контекстов	180000
Пиковая скорость коммутации	40000 пакетов/с; 80Мбит/с

GGSN обеспечивает выделение IP-адресов для опорной сети GPRS (адреса SGSN) и для мобильных станций. Для мобильных станций обеспечивается возможность назначения статических и динамических IP-адресов. Alcatel GGSN одновременно поддерживает следующие схемы распределения динамических IP-адресов:

- распределение IP-адресов GGSN из локального адресного пула;
- запрос GGSN адресов от внешнего DHCP сервера;
- запрос GGSN адресов от внешнего RADIUS сервера.

При динамическом распределении адрес мобильной станции назначается в процессе активации PDP контекста. Выбор используемого протокола (RADIUS, DHCP) зависит от точки доступа (APN – Access Point Name).

Функциональность GGSN обеспечивает возможность организации удаленного доступа с мобильных терминалов к сетям передачи данных. При этом поддерживаются два режима передачи по GPRS опорной сети: прозрачный и непрозрачный.

Прозрачный доступ не включает дополнительную авторизацию абонентов (при этом выполняется только стандартная GSM аутентификация). Типичный прозрачный доступ проиллюстрирован на рисунке 2.18.



Рисунок 2.18 – Режим прозрачного удаленного доступа

Непрозрачный режим доступа в Intranet/Internet предполагает авторизацию абонента. При этом используются PAP/CHAP (Password Authentication Protocol/Challenge Handshake Authentication Protocol) сообщения, формируемые мобильным терминалом и входящие в сообщения активации GTP PDP-контекста для построения RADIUS-запроса к RADIUS-серверу. Пример организации непрозрачного режима доступа изображен на рисунке 2.19. Здесь представлена конфигурация, где GPRS абонент подключается к IP сети, используя компьютер и мобильный телефон (Mobile Terminal). В непрозрачном режиме доступа GGSN включается в аутентификацию абонента. GGSN выделяет из сообщения запроса создания PDP-контекста аутентификационную информацию и использует ее для прокси аутентификации в соответствии с RADIUS-протоколом.

В GPRS обеспечивается возможность доступа на основе протокола PPP (Point to Point Protocol). Структура доступа представлена на рисунке 2.20.

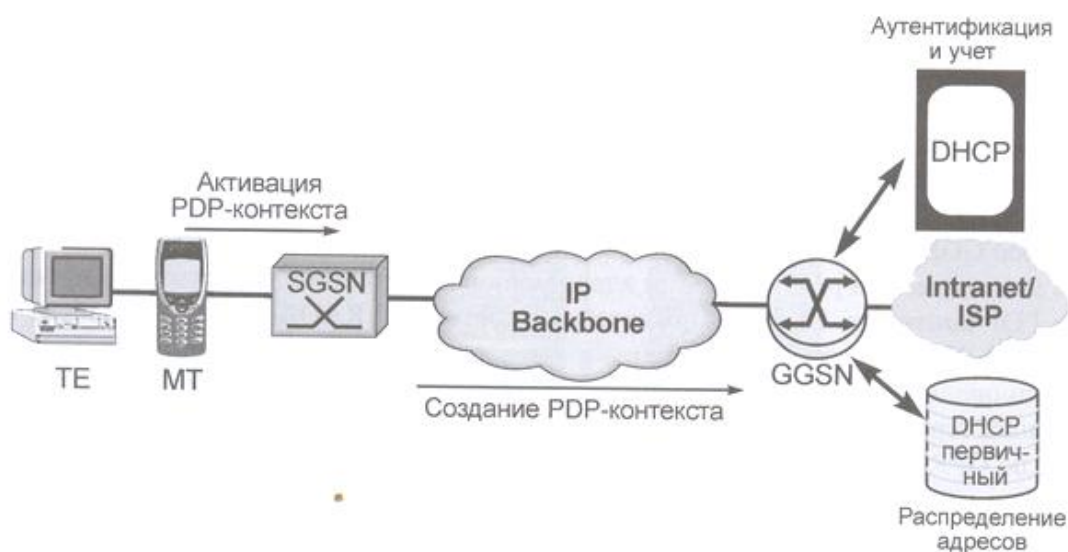


Рисунок 2.19 – Режим непрозрачного удаленного доступа

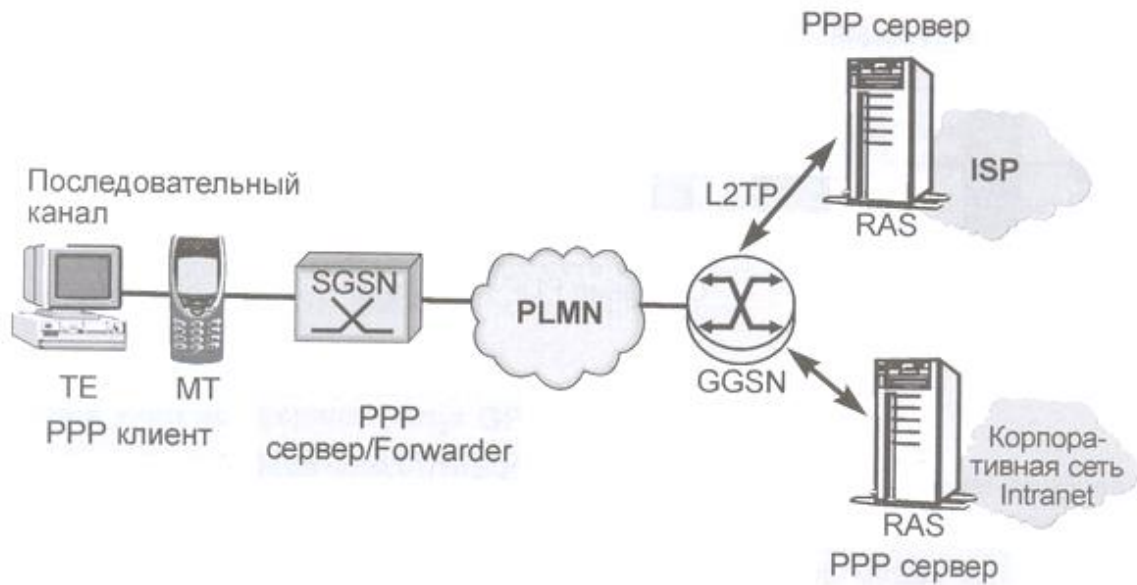


Рисунок 2.20 – Режим PPP удаленного доступа

PPP сервер устанавливается в сети корпоративной сети Intranet или в сети интернет-провайдера ISP (Internet Service Provider). GGSN передает PPP кадры в направлении RAS. Протокол PPP включает в себя фазу установления канала (Link Establishment Phase), фазу аутентификации (используя протокол PAP, CHAP или другой протокол) и фазы установления сети (Network Establishment Phase).

Важной функцией GGSN является поддержка виртуальных частных сетей VPN. На рисунке 2.21 представлены функции GGSN по маршрутизации и передаче информации.

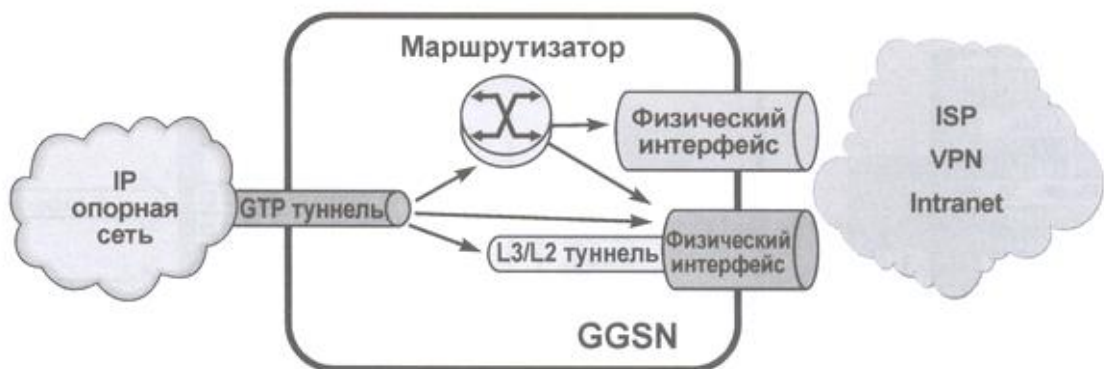


Рисунок 2.21 – Организация VPN доступа

Как видно из рисунка 2.21, пользовательские данные передаются из SGSN с помощью GTP туннелей. После этого каждый пользовательский пакет (IP пакет или PPP кадр) может быть направлен маршрутизатором GGSN прямо к одному из физических портов, либо направлены в туннель 3 уровня (например: GRE, Ipsec), либо в туннель 2 уровня (например L2TP).

Alcatel GGSN поддерживает два типа VPN доступа:

- VPN доступ, инициированный клиентом. Удаленный абонент устанавливает защищенный IP туннель через PLMN к сети ISP или корпоративной сети;

- VPN доступ, инициированный сетью. В этом случае туннель порождается GGSN и терминируется в соответствующую сеть.

GGSN поддерживает VPN услуги на Gi интерфейсе на основе следующих технологий: Frame Relay; незащищенные GPE туннели (GPE – Generic Routing Encapsulation); ATM; MPLS (Multiprotocol Label Switching – мультипротокольная меточная коммутация); защищенные IPsec туннели.

В зависимости от выбранной топологии сети GGSN может быть реализован в виде:

- отдельно установленного оборудования, подключаемого к SGSN через базовую IP сеть GPRS;

- совмещенного территориально с SGSN;

- интегрированного с SGSN в едином оборудовании.

Для начального внедрения услуг GPRS при относительно небольшом трафике Alcatel разработано компактное комбинированное решение – комбинированное устройство SGSN/GGSN (конфигурация E_c).

Комбинированное устройство SGSN/GGSN обеспечивает обработку до 100000 PDP контекстов и обеспечивает полноценную функциональность GPRS.

Использование в GPRS принципа пакетной коммутации открывает дополнительные возможности для внедрения новых принципов тарификации. Для решения задач сопряжения оборудования GPRS с существующей биллинговой системой оператора сотовой связи в структуру сети GPRS (рисунок 2.13) введен биллинговый шлюз (Charging Gateway), основанный на продукте Alcatel – A1338 GPRS CDR (Call Data Record Collector product). Биллинговый шлюз собирает записи параметров вызова CDR (Call Detail Records), формируемые GGSN и SGSN, обрабатывает их и направляет в биллинговую систему.

В GPRS сети GGSN обеспечивает формирование одного типа CDR, так называемые G_CDR. Этот вид CDR используется при роуминге мобильных абонентов.

SGSN формирует три вида CDR:

M_CDR – отражает использование услуг, связанных с мобильностью, он может использоваться оператором для определения различных зон тарификации;

S_CDR – отражает использование радиointерфейса, он используется для определения объема данных, переданных между мобильной станцией и сетью;

SMS_CDR – характеризует переданные по GPRS каналу SMS сообщения.

Шлюз тарификации осуществляет предварительную обработку CDR и обеспечивает оператору возможность применять широкий спектр тарифных

планов: prepaid, postpaid, основанных на объеме переданной информации, времени занятия канала и других.

3 РАСЧЕТ ОСНОВНЫХ ПАРАМЕТРОВ GPRS УСЛУГ

3.1 Расчет зоны покрытия услуги GPRS

Произведем расчет дальности связи между антенной базовой станции BCF и абонентского блока (MS) на стороне абонента. Оценим ожидаемую дальность связи между блоками BCF и MS системы.

Исходные данные для расчета:

- блок BCF;
- мощность передатчика – 28 дБм;
- минимальный порог уровня на входе приемника – -68 дБм;
- средняя частота приема и передачи – 1800 МГц;
- затухание в фильтрах и антенных разделителях – 7 дБ;
- диаграмма направленности антенны 60° ;
- блок MS;
- диаграмма направленности – 6.1° ;
- коэффициент усиления антенны – 11 дБм;
- P_H – номинальная мощность передатчика – 316 мВт.

Напряженность поля, при которой обеспечивается достаточное качество приема, равна – 53 дБ.

Определим зону покрытия одной БС. Данная методика расчета основана на данных о распространении радиоволн над среднепересеченной местностью. В расчете приведены кривые распространения радиоволн, которые положены в основу метода расчета (рисунок 3.1).

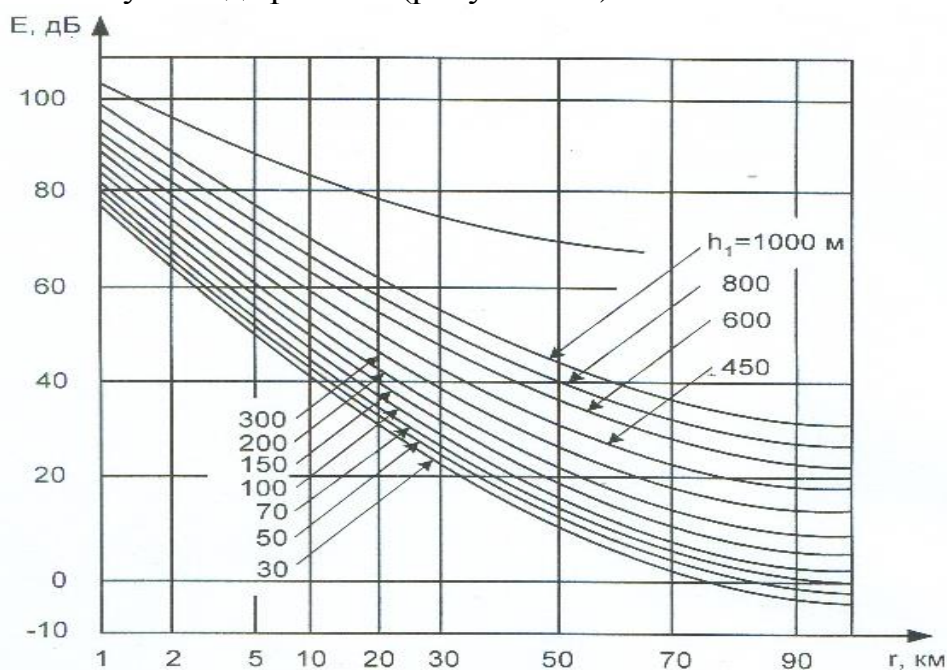


Рисунок 3.1 – Кривые распространения радиоволн над поверхностью земли в городской зоне.

Данные кривые построены при использовании передатчика мощностью 1кВт, который создает в пунктах приема на расстоянии r , напряженность поля E , соответствующие пересечению вертикали с кривой высоты, передающей антенны. Но реальные характеристики передатчиков отличаются от принятых кривых, поэтому поправочные коэффициенты, а общая расчетная формула имеет вид:

$$E = E_c + B_{p.H.} + B_\phi + B_{h_2} + B_{PEL} + (\alpha \cdot l) - D_{RPU} - D_{FAU} + B_\theta,$$

где E_c – напряженность поля сигнала, необходимая для получения заданных показателей. E_c задана из технической документации к оборудованию Alcatel, $E_c = 35$ дБ;

$B_{p.H.}$ – поправка, учитывающая отличие номинальной мощности передатчика от мощности 1 кВт, принятой для кривых, дБ;

B_ϕ – затухание в резонаторных, мостовых фильтрах и антенных разделителях, $B_\phi = 7$ дБ;

B_{h_2} – поправка, учитывающая высоту приемной антенны, дБ;

B_{PEL} – поправка, учитывающая рельеф местности, дБ;

$\alpha \cdot l$ – затухание в фидере передающей и приемной антенны, $\alpha \cdot l = 3$ дБ;

D_{AU} – коэффициент усиления антенны БС RPU, $D_{AU} = 11$ дБ;

D_{SU} – коэффициент усиления антенны абонентского оборудования AU, $D_{SU} = 10$ дБ;

B_θ – поправка, учитывающая уменьшение восприимчивости к помехам по сравнению четвертьволновым штырем, дБ.

Определим поправку $B_{p.H.}$:

$$B_{p.H.} = 10 \cdot \lg\left(\frac{1000}{P_H}\right) = 10 \cdot \lg\left(\frac{1000}{0.316}\right) = 35 \text{ дБ},$$

где P_H – номинальная мощность передатчика, $P_H = 316$ мВт.

Определим поправку B_{h_2} , учитывающую высоту приемной антенны отличную от 1.5 м, по формуле:

$$B_{h_2} = 10 \cdot \lg\left(\frac{1.5}{h_2}\right) = 10 \cdot \lg\left(\frac{1.5}{30}\right) = -13.01 \text{ дБ},$$

где h_2 – высота приемной антенны, $h_2 = 30$ м.

Поправка, учитывающая реальный рельеф местности B_{PEL} в зоне доступа радиодоступа, определяется следующим образом. Графики зависимости дальности связи от напряженности поля при различных высотах передающих антеннах БС составлены на основе обработки статистической информации об изменениях в условиях среднeperесеченной местности. Среднeperесеченной считается такая местность, на которой среднее колебание отметок высот на расстоянии 10 – 15 км от БС не превышает 50 м. График для определения рельефа местности, приведен на рисунке 3.2. Для определения колебания уровня местности Δh , рисуют рельеф местности и определяют колебание Δh . Когда Δh отличается от 50 м в ту или иную сторону, следует вно-

суть поправки, определяемые по графикам рисунка 3.2(а) и рисунка 3.2(б) для $r < 100$ км. Антенна БС системы Alcatel имеет секторную конструкцию, один сектор имеет зону охвата 60° , следовательно, для охвата зоны 360° используется шесть секторов. Дальность связи на каждом секторе определяется из рельефа местности, наличия строений или других препятствий для прохождения сигнала в прямой видимости.

По графикам на рисунке 3.2 определим поправку $V_{РЕЛ}$ с учетом рельефа и строений для каждого сектора:

- первый сектор характеризуется наличием одно – двух этажных домов и наличием деревьев высотой до 15 м. Поправка $\Delta h_2 = 15$ м. Поправка на рельеф $V_{РЕЛ} = -7$ дБ;
- второй сектор характеризуется наличием строений высотой до 10 м. Поправка $\Delta h_5 = 10$ м. Поправка на рельеф $V_{РЕЛ} = -10$ дБ;

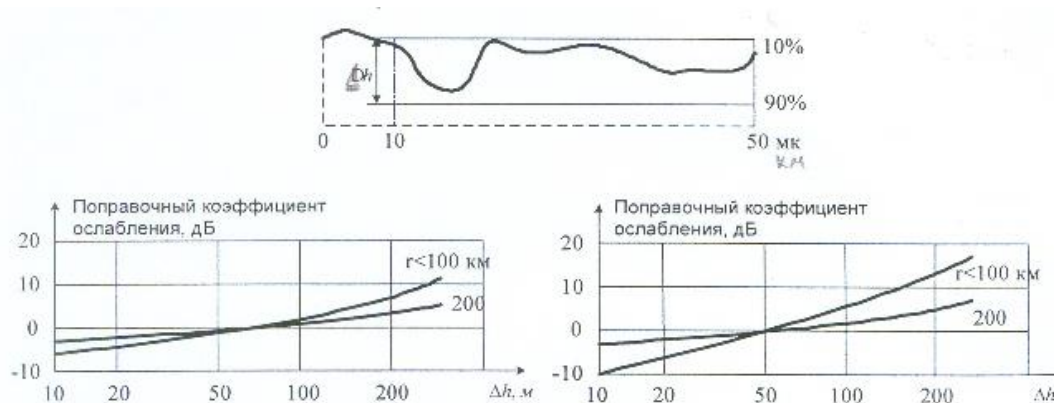


Рисунок 3.2 – Определение поправки, учитывающей рельеф местности.

- третий сектор характеризуется наличием одно – двух этажных домов и наличием деревьев высотой до 10 м. Поправка $\Delta h_3 = 10$ м. Поправка на рельеф $V_{РЕЛ} = -10$ дБ;
- четвертый сектор характеризуется наличием высотных строений высотой до 30 м. Поправка $\Delta h_5 = 30$ м. Поправка на рельеф $V_{РЕЛ} = -3$ дБ;
- пятый сектор характеризуется высотой строений до 15 м. На расстоянии пяти километров начинаются высотные дома. Поправка $\Delta h_4 = 40$ м. Поправка на рельеф $V_{РЕЛ} = 0$ дБ;
- шестой сектор характеризуется преобладанием в зоне радиохвата пяти этажных зданий на расстоянии до 5 км. Все постройки и деревья на более дальнем расстоянии не превышают 16 м. Поправка $\Delta h_1 = 16$ м. Поправка на рельеф $V_{РЕЛ} = -4$ дБ.

Рассчитаем поправку ΔV_θ , учитывающую уменьшение восприимчивости к помехам по сравнению с четвертьволновым штырем.

$$B_{\theta} = 10 \cdot \lg\left(\frac{\theta_E}{360}\right) = 10 \cdot \lg\left(\frac{6.1}{360}\right) = -17.7 \text{ дБ},$$

где θ_E – угол диаграммы направленности принимающей антенны, $\theta_E = 6.1^\circ$.

Подставляя значения в формулу, определим напряженность поля, создаваемое передающей базовой станцией в пункте приема базовой станции:

- для 1 сектора: $E = 35+35+15-7-13.01+3-11-10-17.7=29.29$ дБ;
- для 2 сектора: $E = 35+35+15-10-13.01+3-11-10-17.7=26.29$ дБ;
- для 3 сектора: $E = 35+35+15-10-13.01+3-11-10-17.7=26.29$ дБ;
- для 4 сектора: $E = 35+35+15-3-13.01+3-11-10-17.7=33.29$ дБ;
- для 5 сектора: $E = 35+35+15-13.01+3-11-10-17.7=36.29$ дБ;
- для 6 сектора: $E = 35+35+15-4-13.01+3-11-10-17.7=32.29$ дБ.

По полученным значениям напряженности поля, создаваемого БС в пункте приема, определим дальность связи для каждого сектора по графику на рисунке 3.1. Дальность связи каждого сектора составляет:

- на первом – 20 км при $E=29.29$ дБ;
- на втором и третьем – 22 км при $E=26.29$ дБ;
- на четвертом – 15 км при $E=33.29$ дБ;
- на пятом – 12 км при $E=36.29$ дБ;
- на шестом – 16 км при $E=32.29$ дБ.

На рисунке 3.3 изображена дальность связи на каждом секторе. Полученные результаты могут отличаться от реальных значений. Сравнивая полученные данные дальности связи можно определить, что средняя дальность связи составляет 16 км, что соответствует средней дальности связи по технической документации.



Рисунок 3.3 – Зоны покрытия базовых станций.

3.2 Обеспечение бесперебойного функционирования системы GPRS

Учитывая, что предоставление услуг GPRS должно быть бесперебойным (например, для процесса скачивания файлов) необходимо рассчитать систему резервного электропитания.

Предполагается использование кислотных аккумуляторов. Ёмкость аккумуляторных батарей зависит от тока нагрузки во время разряда, I_{AB} , в условиях отсутствия напряжения во внешней цепи переменного тока или отключенных буферных выпрямительных устройствах. Номинальная ёмкость каждой группы аккумуляторной батареи из аккумуляторов типа С и СК, приведенная к режиму десятичного разряда, может быть определена по формуле:

$$Q = \frac{I_{AB} \times t_p}{\eta_q \times (1 + 0.008 \times (t - 25))}$$

где t_p - расчётное время разряда батареи;

η_q - коэффициент обора ёмкости, зависящий от интенсивности разряда аккумуляторов;

t - наименьшая температура электролита аккумуляторов, которую принимают равной наименьшей расчётной температуре аккумуляторного помещения.

Для вновь строящихся зданий, а так же зданий старой постройки с центральным отоплением эта температура принимается равной $+15^\circ \text{C}$, а для существующих зданий с печным отоплением $+10^\circ \text{C}$.

Таким образом, коэффициент $1 + 0.008(t - 25) = 0.92 - 0.88$. В практических расчётах часто усредняют этот коэффициент, принимая его равным 0.9. Тогда:

$$Q = \frac{I_{AB} \times t_p}{\eta_q \times 0.9}$$

$$\text{или } Q = \frac{I_{AB} \times t_p \times 1,1}{\eta_q}$$

Для определенных режимов разряда формула может быть упрощена.

Принимаем трехчасовой разряд:

$$Q = \frac{I_{AB} \times 3}{0,75 \times 0,9} = 4,5 \times I_{AB}$$

Для электропитания аварийного освещения по норме 2 Вт на 1м^2 , при напряжении 48-53.5 В потребуется ток:

$$I_{AB} = \frac{P \times S}{U}$$

$$I_{AB} = \frac{2 \times 100}{48} = 4,2\text{A}$$

Таким образом от аккумуляторной батареи во время разряда потребуется ток:

$$I_{AB} = I + I_{AO}$$

$$I_{AB} = 3 + 4,2 = 7,2\text{A}$$

Ёмкость аккумуляторной батареи:

$$Q = 4,5 \times 7,2 = 33 \text{ А} \times \text{ч}$$

Ток резервного или зарядного выпрямительного устройства для свинцово-кислотных аккумуляторных батарей может быть определен из формулы:

$$I_{озан} = i_3 N n_б$$

где i_3 - зарядный ток на один индексный номер батареи, А, для батареи разряжающейся в трёхчасовом режиме 2А;

N-индексный номер принятых аккумуляторов;

Nб-число групп аккумуляторных батарей.

$$N = \frac{Q}{\Delta q}$$

где Δq -удельная ёмкость одного номенклатурного номера аккумуляторов, для свинцово-кислотных $\Delta q=36$

$$N = \frac{33}{36} = 1$$

$$I_{озан} = 2 \times 1 \times 2 = 4$$

Мощность, потребляемая выпрямительными устройствами рабочего комплекта, рассчитывается по формуле:

$$P_{ном.p} = \frac{I_{ав} \times n \times \Delta U_б}{\eta_B \times 10^3}$$

где $\Delta U_б$ - буферное напряжение одного элемента, В;

n-число элементов в буферной аккумуляторной батарее.

В нашем случае $\Delta U_б=2.086$ В. Тогда:

$$P_{ном.p} = \frac{7,2 \times 48 \times 2,086}{0,71 \times 10^3} = 1,1 \text{ кВт}$$

Мощность потребления запасным преобразователем, $P_{ном.зан}$, кВт:

$$P_{ном.зан} = \frac{i_3 \times N \times n \times \Delta U_з}{\eta_B \times 10^3}$$

где $\Delta U_з$ -конечное зарядное напряжение одного аккумулятора, В;

$$P_{ном.зан} = \frac{2 \times 1 \times 2 \times 2,23}{0,71 \times 10^3} = 0,013 \text{ кВт.}$$

После аварийное потребление о сети или резервной ДЭС:

$$P_{II} = P_{ном.p} + P_{ном.зан}$$

$$P_{II} = 1,1 + 0,013 = 1,113 \text{ кВт}$$

В качестве электропитающей установки можно принять финское оборудование "EROFE". Данные системы имеют следующие показатели:

Выходное напряжение, В	24, 48, 60, 110, 125
Выходной ток, А	от 3 до 720
Выходная мощность, Вт	от 300 до 40000
Входное напряжение, В	от 187 до 264
Сетевая частота, Гц	от 45 до 65
Температура эксплуатации, °С	от -5 до +45
Система питания комплектуется герметизированными батареями емкостью	от 1.2 до 3000 Ач

3.3 Разработка программы для подсчета выделяемых TS под GPRS

Программа производит расчет TS (таймслотов) которые могут выделяться под GSM/GPRS. Вводим количество приемо-передающих устройств (TRE) и программа рассчитывает количество TS. Так же программа определяет частоту на которой работает мобильная станция в режиме uplink и down-link.

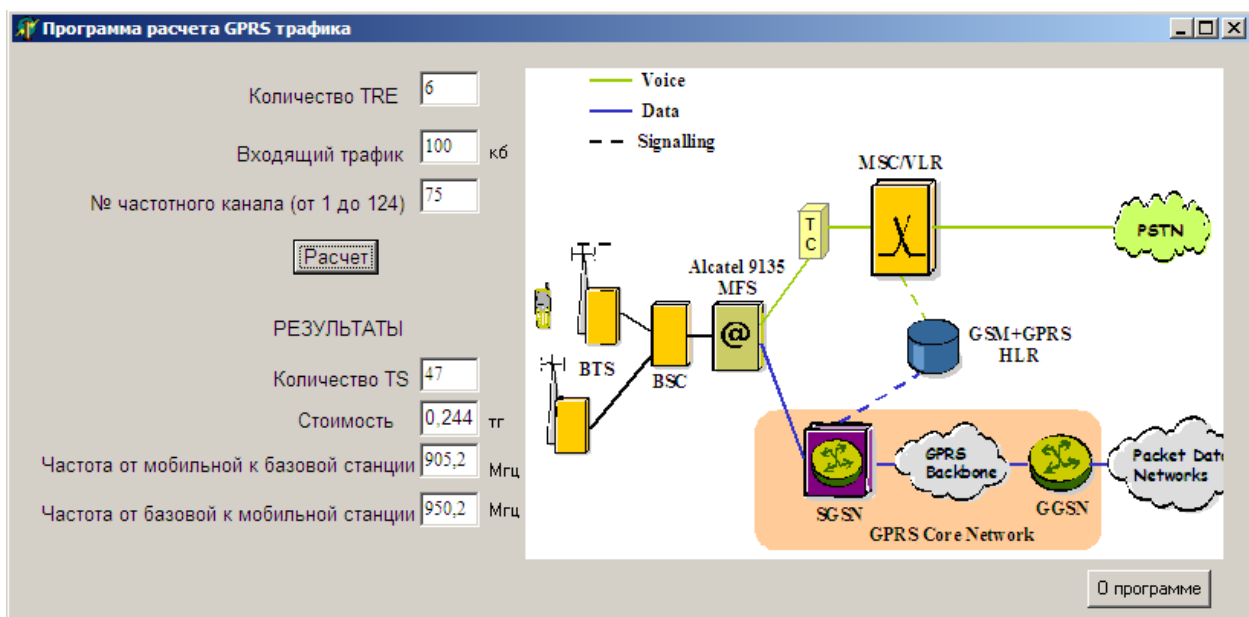


Рисунок 3.4 – Скриншот программы

Листинг программы:

```
unit Unit1;

interface

uses
  Windows, Messages, SysUtils, Variants, Classes, Graphics, Controls, Forms,
  Dialogs, StdCtrls, ExtCtrls;

type
  TForm1 = class(TForm)
    Label1: TLabel;
    Edit2: TEdit;
    Label3: TLabel;
    Edit3: TEdit;
    Button1: TButton;
    Edit4: TEdit;
    Label4: TLabel;
    Label5: TLabel;
    Edit5: TEdit;
    Label6: TLabel;
    Label2: TLabel;
    Edit1: TEdit;
    Label7: TLabel;
    Label8: TLabel;
    Edit6: TEdit;
    Edit7: TEdit;
    Label9: TLabel;
    Label10: TLabel;
    Label11: TLabel;
    Label12: TLabel;
    Button2: TButton;
    Image1: TImage;
    procedure Button1Click(Sender: TObject);
    procedure Button2Click(Sender: TObject);
  private
    { Private declarations }
  public
    { Public declarations }
  end;

var
  Form1: TForm1;
```

implementation

uses Unit2;

{ \$R *.dfm }

procedure TForm1.Button1Click(Sender: TObject);

var

tre,v,ts,p,N,f0,f1:real;

begin

tre:=StrToFloat(Edit2.Text);

v:=StrToFloat(Edit3.Text);

N:=StrToFloat(Edit1.Text);

ts:=(tre*8)-1;

p:=v*2.5/1024;

f0:=890.2+0.2*N;

f1:=935.2+0.2*N;

Edit4.Text:=FloatToStr(ts);

Edit5.Text:=FloatToStr(p);

Edit6.Text:=FloatToStr(f0);

Edit7.Text:=FloatToStr(f1);

end;

procedure TForm1.Button2Click(Sender: TObject);

begin

Form2.Show;

end;

end.

4 ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ

4.1 Описание проекта

ТОО «КаР-Тел» с брэндом "Билайн" является лидером среди операторов в Казахстане по предоставлению сотовой связи. 19 февраля 2007 года отметила восьмую годовщину работы на телекоммуникационном рынке.

Только в 2006 году было инвестировано и освоено более тридцати миллионов евро в развитие сети, что позволило расширить ее коммутационную емкость до трех миллионов номеров и удвоить количество базовых станций. Кроме того, компания провела реорганизацию сети, заменив более ста пятидесяти базовых станций «Motorola» на самые современные - производства известной французской компании «Alcatel», поддерживающие не только стандарт GSM, но и GPRS и EDGE. С начала 2007 года установлено более 120 дополнительных базовых станций данного типа. По сути, сеть «Билайн» готова к предоставлению услуг самого последнего поколения. Между тем, модернизация сети позволила добиться того, что в данный момент качество связи «Билайн» во многих городах Казахстана лучше, чем у других отечественных сотовых операторов. Это подтверждают как независимые эксперты, так и сами абоненты. Так же компания ввела для своих потребителей целый ряд дополнительных услуг, которые сделали сотовую связь более легкой, удобной и комфортной.

Сегодня «Билайн»- это 10 коммутаторов, более 1300 базовых станций, 3 000 000 абонентов, около 700 точек продаж по всему Казахстану, надежное покрытие обширной зоны обслуживания, прекрасное качество связи, широкий спектр дополнительных услуг и возможности роуминга в более чем 125 странах мира. В данном дипломном проекте будет рассмотрено внедрение услуги GPRS на базе оборудования Alcatel.

Сегодня исполняется 20 лет с момента запуска в Казахстане сотовой связи стандарта GSM.

За этот период абоненты Kcell, Activ, Beeline наговорили более 293 млрд. минут, отправили более 38 млрд. SMS-сообщений и использовали больше 40 млн. Гб мобильного интернет-трафика.

За 20 лет в Казахстане было установлено 17 303 базовых станций, которые сегодня обеспечивают услугами сотовой связи всю территорию республики. Количество абонентов, по данным статистики (по действующим SIM), увеличилось до 30 млн., а стоимость услуг сотовой связи снизилась в среднем в 10 раз.

В 2012 году завершен переход на посекундную тарификацию, что, в свою очередь, также повлияло на снижение расходов абонентов на услуги сотовой связи.

К примеру, если в 2002 году абонент Kcell выговаривал только 75 минут, то в 2013 году эта цифра выросла до 152 минут на одного абонента. При этом средняя стоимость минуты снизилась с 42 до 4,7 тенге.

По информации Beeline Казахстан, если в 2007 году абоненты наговаривали в среднем на 80 минут и платили порядка 1354 тенге, то за 2013 год средний платеж от одного абонента составил 1119 тенге, а среднее количество проговоренных минут на одного абонента увеличилось в 3,7 раза и выросло до 292 минут.

Средняя стоимость 1 Мб мобильного Интернета снизилась с 50 тенге до 0,70 тенге при покупке Интернет-пакета. Согласно отчету «Измерение информационного общества» за 2011-2012 годы по уровню стоимости мобильного Интернета Казахстан занимает 22 место в мире и 1 место в СНГ. Основой для расчета рейтинга стран явилось соотношение расходов на услуги связи к валовому национальному доходу на душу населения.

Напомним, 7 февраля 1999 года в Казахстане был совершен первый звонок в стандарте GSM и произведен коммерческий запуск Kcell, а 9 сентября в республике появилась карточная связь Activ. 1 марта того же года ТОО «КаР-Тел» запустил услуги сотовой связи под торговой маркой K-Mobile, а в 2005 году - под маркой Beeline, в последующем объединив обе в единый бренд Beeline Казахстан.

В 2000 году в Казахстане абонентам сотовой связи была впервые предложена услуга голосовой почты. Спустя 3 года появились сервисы на основе GPRS: мобильный Интернет, WAP, MMS. В 2005 году у абонентов появилась возможность просмотра потокового видео через мобильный телефон. В 2010 году были запущены услуги 3G.

4.2 Цель проекта

Цель данного проекта - внедрение пакетной передачи данных GPRS, по средствам оборудования Alcatel Evolium. В соответствии с проектом будет показано усовершенствование уже существующей сети GSM 900 и будет рассмотрена экономическая обоснованность использования пакетной передачи данных. В настоящее время во всем мире идет стремительное развитие услуг пакетной передачи данных. Основным достоинством данной услуги является низкая стоимость по отношению к технологии с коммутацией каналов.

4.3 Маркетинг

В прошлом году ТОО «КаР-Тел» выкупила вторая по величине на территории бывшего СНГ сотовая компания «Вымпелком» с торговой маркой Beeline, в результате ёмкость сети выросла почти в двое, на рынке Казахстана появилась новая торговая марка Beeline, тарифы на роуминг в России уменьшились в два раза, цены на исходящие звонки стали дешевле. Доступ в

Интернет через GPRS стал в два раза быстрее, благодаря внедрению новейшего оборудования компании Alcatel поддерживающего стандарт GSM 900 и GSM 1800 связь стала более качественной, в будущем с внедрением нового стандарта 1800 абоненты получат связь в несколько раз лучше, чем мы имеем на сегодняшний день, за счёт увеличения частотной ёмкости. Раскруткой нового бренда Veeline занимаются лучшие европейские компании.

4.4 Услуги

ТОО «Кар-Тел» предоставляет услуги, идентичные европейскому стандарту, то есть сотовой компании поколения 2G+, на данный момент компания может предоставить следующие услуги:

- передачу голоса;
- передача факсимильных сообщений-услуга факс почта предоставляется в пакете с услугами приема факсимильных сообщений и Речевой Почты. Услуга дает возможность переадресовать все или часть входящих факсимильных вызовов на почтовый ящик для хранения факсов. Емкость почтового ящика составляет 20 страниц (за один вызов можно принять до 5 факсимильных страниц). При поступлении в Факс Почту нового факсимильного сообщения, Центр коротких сообщений (GSM-текст) оповещает абонента сообщением: "Telefax message received" ("Получено факсимильное сообщение"). Полученные факсимильные сообщения можно переслать на любой доступный факсимильный аппарат;
- переадресацию вызова, автодозвон и ожидание вызова-услуга переадресации вызова дает возможность переключения всех или части входящих вызовов на любой телефонный номер Речевую Почту или Факс Почту.

Существует четыре варианта переадресации:

- переадресация всех вызовов;
- переадресация вызовов при отсутствии ответа;
- переадресация вызовов в случае занятости номера;
- переадресация вызовов в случае недоступности абонента.

Три последних варианта могут быть скомбинированы, но использование первого отменяет действие остальных;

- автоматическую регистрацию продолжительности телефонных разговоров;
- голосовую почту, которая дает возможность переадресовать все или часть входящих вызовов на голосовой почтовый ящик. При поступлении в Речевую Почту нового голосового сообщения, Центр коротких сообщений (GSM-текст) оповещает абонента сообщением: "Voice message received" ("Получено голосовое сообщение"). Полученные голосовые сообщения можно прослушать с мобильного аппарата или с любого другого стационарного аппарата с тональным набором;
- конференц-связь до 6 абонентов одновременно;

- доступ в internet через GPRS;
- передачу информации через sms, mms;
- определение номера – данная услуга позволяет во время входящего вызова видеть на дисплее мобильного аппарата телефонный номер вызывающей стороны. Услуга определения номера поддерживается в том случае, если мобильный аппарат включен и находится в зоне действия сети " GSM Казахстан ", или в зоне действия другой сети GSM (при роуминге), если данная сеть поддерживает эту услугу.

4.5 Расчёт технико-экономических показателей

Расчёт технико-экономических показателей выполняется в определённой последовательности, и включает следующие этапы:

- расчёт капитальных затрат на приобретение оборудования и ввода его в эксплуатацию;
- расчёт годовых эксплуатационных расходов;
- расчёт годовых доходов;
- расчёт показателей экономической эффективности.

С целью сопоставления эффекта и затрат, в общую сумму капитальных вложений входят:

- затраты на приобретение оборудования (его стоимость);
- затраты на его транспортировку;
- затраты на монтаж оборудования и его настройку;
- затраты на линейные сооружения и системы передачи.

Общая сумма капиталовложений, необходимых для реализации проекта рассчитывается по формуле:

$$K=K_0+K_{пр}+K_m+K_{тр}. \quad (4.1)$$

Строительство гражданских сооружений не предусматривается, так как разработанное устройство будет располагаться в существующем здании АТС, на площади пригодной для размещения устройства данного типа и отвечающей требуемым нормам.

4.5.1 Расчёт капитальных затрат на приобретение оборудования и ввода его в эксплуатацию.

Закупка оборудования осуществляется по ценам представленным в таблице 4.1.

Кроме цены на оборудования в размер капитальных вложений входят затраты на транспортировку оборудования, монтаж и другие статьи.

Таблица 4.1 – Затраты на приобретение оборудования

Наименование оборудования	Стоимость оборудования, тыс. тенге	Количество оборудования, шт.	Стоимость с учетом транспортных расходов, тыс. тенге
Базовая станция Alcatel Evolium	7 300	1	7 340
Распределительный кабинет	500	1	564
Антенна Kathreine K730380	100	3	340
Комплект аккумуляторов	100	1	120
Комплект кабелей питания и фидеров	80	2	170
Радиорелейная система MINI-LINK-E	1 500	1	1 540
Итого			10074

Стоимость монтажа составляет 10% от стоимости оборудования и рассчитывается по формуле

$$K_{\text{МОНТ}} = 0,1 \cdot K_{\text{ОБОР}} \quad (4.2)$$

$$K_{\text{МОНТ}} = 0,1 \cdot 10074 = 1007,4 \text{ тыс. тг.}$$

Капитальные затраты на транспорт составляют 5 % КВ на оборудование и рассчитываются по формуле.

$$K_{\text{тр}} = K_{\text{об}} \cdot 5\%, \quad (4.3)$$

$$K_{\text{тр}} = 10074 \cdot 0,05 = 503,7 \text{ тыс. тг.}$$

Таким образом, общая сумма капитальных вложений составит:

$$K = 10\,074 + 1007,4 + 503,7 = 11\,585,1 \text{ тыс. тг.}$$

4.5.2 Расчет эксплуатационных расходов.

Общая сумма эксплуатационных расходов рассчитывается по формуле:

$$\text{Э}=\text{ФОТ}+\text{Сс}+\text{Ар}+\text{Эл}+\text{А}+\text{Эрем}+\text{Пр} \quad (4.4)$$

где, ФОТ- фонд оплаты труда;

Сс – социальный налог

Ар – расходы на аренду

Эл – расходы на электроэнергию

А – амортизация

Пр – прочее расходы

Для поддержания данной системы необходимо 8 человек. Перечень необходимого персонала и данные по заработной плате представлены в таблице 4.2.

Таблица 4.2 – Персонал, задействованный в обслуживании системы

Наименование должностей и профессий	Всего человек	Оклад, тыс. тенге	Основная заработная плата, тенге	Годовой ФЗП, тыс. тенге
Инженер-энергетик	1	40	40	480
Инженер-трансмиссии	2	50	100	1200
Инженер BSS	2	60	120	1440
Инженер-планировщик	3	60	180	2 160
Итого	8	210	440	5280

Таким образом, согласно данным таблицы 4.2 годовой фонд оплаты труда составит 5820 тыс. тенге.

Отчисления по социальному налогу рассчитывается по формуле:

$$\text{С}=(\text{ФОТ}-\text{ПО})\cdot 0.11\% \quad (4.5)$$

где ПО - пенсионные отчисления, которые составляют 10% от ФОТ и социальным налогом не облагаются:

$$\text{ПО}=\text{ФОТ}\cdot 10\% \quad (4.6)$$

Таким образом, в соответствии с формулами 4.5 и 4.6 социальный налог составит

$$\text{С}=(5280-528)\cdot 0,11=522,72 \text{ тыс. тенге}$$

Затраты на амортизацию рассчитываются по формуле:

$$A = \frac{H_A \cdot K_{ВЛ}}{100\%}, \quad (4.7)$$

где, А - расходы на амортизацию;
 На - норма амортизации(15%);
 Квл - кап. вложение на оборудование.

Таким образом, согласно формуле 4.7 амортизация составит:

$$A = \frac{15 \cdot 11585,1}{100} = 1\,737,765 \text{ тыс. тенге}$$

Затраты на электроэнергию для производственных нужд, включают в себя расходы электроэнергии на оборудование и дополнительные.

$$Z_{ЭЛ.ЭН} = Z_{ЭЛ.ЭН.ОБОР} + Z_{ДОП.НУЖ},$$

$$Z_{ЭЛ.ЭН.ОБОР} = W \cdot T \cdot S$$

где W – потребляемая мощность, W=3,8 кВт;

T – время работы, T=8760 ч/год;

S – тариф, 1кВтч=12,67 тг.

$$Z_{ЭЛ.ЭН.ОБОР} = 3,8 \cdot 8760 \cdot 12,67 = 421,758 \text{ тыс. тенге/год}$$

Затраты на дополнительные нужды возьмем по укрупненному показателю 5% от затрат на оборудование:

$$Z_{ДОП.НУЖ} = 0,05 \cdot Z_{ЭЛ.ЭН.ОБОР}$$

$$Z_{ДОП.НУЖ} = 0,05 \cdot 421,758 = 21,087 \text{ тыс. тенге/год},$$

Тогда:

$$Z_{ЭЛ.ЭН} = 421,758 + 21,087 = 442,845 \text{ тыс. тенге/год}.$$

Аренда за использование радиочастотного спектра составляет:

$$A_{СРЧ} = 70200 \text{ тг. в год}.$$

Расходы на ремонт устройства в размере 5 % от стоимости устройства:

$$\mathcal{E}_{РЕМ} = K \cdot 0,05$$

$$\mathcal{E}_{РЕМ} = 0,05 \cdot 11585,1 = 579,25 \text{ тыс. тенге}$$

Прочие затраты на производственные, транспортные, управленческие и эксплуатационно-хозяйственные расходы определяются укрупнено в размере 30% от общей суммы затрат.

$$C_{ПР} = \frac{(T + A + Z_{ЭЛ.ЭН} + \mathcal{E}_M + \mathcal{E}_{РЕМ} + O_{СН} + A_{СРЧ}) \cdot 0,3}{100}$$

$$C_{ПР} = \frac{(5280 + 1\,737,765 + 182,45 + 55,407 + 579,25 + 950,4 + 70,2) \cdot 0,3}{100} = 26,56 \text{ тыс. тг}$$

Таким образом, эксплуатационные расходы составлены согласно формуле (4.4) составит:

$$\mathcal{E} = 5280 + 1\,737,765 + 182,45 + 55,407 + 579,25 + 26,56 + 950,4 + 30,2$$

$$= 8842,032, \text{ тыс. тенге}$$

Результаты расчёта годовых эксплуатационных расходов представлены в таблице 4.3

Таблица 4.3 – Эксплуатационные расходы

Вид затрат	Всего затрат тыс. тенге
Затраты на оплату труда	5280
Амортизация	1737,77
Расходы на электроэнергию	223,70
Социальный налог	522,72
Материалы и запасные части	55,41
Аренда за использование радиочастотного спектра	70,2
Расход на ремонт	579,25
Прочие	26,56
Итого	8842,03

4.5.3 Оценка доходов.

Совокупные затраты абонента сети подвижной связи складываются из: платы за подключение, гарантийного или авансового взноса, абонентской платы и стоимости трафика.

Для удобства расчета примем следующее:

- исходящие и входящие вызовы равновероятны;
- распределение между сетевым и внесетевым трафиком, между трафиком в периоды ЧНН и трафиком в остальное время суток, а также между вечерним и ночным трафиком в сети равным 0,8/0,2.

По обобщенным статистическим данным абонент сотовой связи говорит по мобильному телефону в среднем 5 минут в день. Также абонент будет скачивать в среднем 5 Мбайт информации в месяц.

Стоимость 1 Мбайта – 1,38 тенге.

Подсчитаем объем голосового трафика одного абонента за год:

$$V_{\text{VOICE}} = 5 \cdot 365 = 1825 \text{ мин.}$$

Учитывая праздничные дни, округлим это число до 1900 минут в год.

Из этого объема внутрисетевой трафик равен:

$$V_{\text{IN}} = 0,8 \cdot 1900 = 1520 \text{ мин/год.}$$

Внешнесетевой трафик равен:

$$V_{\text{OUT}} = 0,2 \cdot 1900 = 380 \text{ мин/год.}$$

Необходимо также учесть, что половина внутрисетевого трафика не будет оплачиваться, так входящие звонки бесплатны, а исходящие и входящие вызовы равновероятны.

Цена внутрисетевого трафика $C_{\text{IN}} = 7$ тенге/мин.

Цена внешнесетевого трафика $C_{\text{OUT}} = 22$ тенге/мин.

Подсчитаем доходы:

Доход от голосового внутрисетевого трафика найдем по формуле:

$$D_{\text{INVOICE}} = N \cdot V_{\text{IN}} \cdot C_{\text{IN}},$$

где N – среднегодовое число абонентов, то есть среднее число абонентов обслуживаемых одной базовой станцией.

Так как в среднем соту обслуживают ещё две соседних базовых станций, так как размер кластера $K=4$, то поделив полученное количество абонентов на 3 получим около 500 абонентов.

Доход от голосового внутрисетевого трафика найдем по формуле:

$$D_{\text{OUTVOICE}} = N \cdot V_{\text{OUT}} \cdot C_{\text{OUT}} \quad (4.8)$$

Совокупный доход от голосового трафика равен:

$$D_{\text{VOICE}} = D_{\text{INVOICE}} + D_{\text{OUTVOICE}} \quad (4.9)$$

где D_{INVOICE} – входящий трафик

D_{OUTVOICE} – исходящий трафик

Годовой доход от передачи данных определим по формуле:

$$D_{\text{DATA}} = N \cdot V_{\text{DATA}} \cdot C_{\text{DATA}} \quad (4.10)$$

где V_{DATA} – средний объем трафика за год

C_{DATA} – стоимость единицы трафика

Общий доход от голосового и информационного трафика равен:

$$D = D_{\text{VOICE}} + D_{\text{DATA}}$$

$$D_{\text{INVOICE1}} = 500 \cdot 1520 \cdot 7 = 5\,320 \text{ тыс. тенге в год}$$

$$D_{\text{INVOICE2}} = 1000 \cdot 1520 \cdot 7 = 10\,640 \text{ тыс. тенге в год}$$

$$D_{\text{INVOICE3}} = 1500 \cdot 1520 \cdot 7 = 15\,960 \text{ тыс. тенге в год}$$

$$D_{\text{INVOICE4}} = 1500 \cdot 1520 \cdot 7 = 15\,960 \text{ тыс. тенге в год}$$

$$D_{\text{OUTVOICE1}} = 500 \cdot 380 \cdot 22 = 4\,180 \text{ тыс. тенге в год}$$

$$D_{\text{OUTVOICE2}} = 1000 \cdot 380 \cdot 22 = 8\,360 \text{ тыс. тенге в год}$$

$$D_{\text{OUTVOICE3}} = 1500 \cdot 380 \cdot 22 = 12\,540 \text{ тыс. тенге в год}$$

$$D_{\text{OUTVOICE4}} = 1500 \cdot 380 \cdot 22 = 12\,540 \text{ тыс. тенге в год}$$

$$D_{\text{VOICE1}} = 5\,320 + 4\,180 = 9\,500 \text{ тыс. тенге в год}$$

$$D_{\text{VOICE2}} = 10\,640 + 8\,360 = 19\,000 \text{ тыс. тенге в год}$$

$$D_{\text{VOICE3}} = 15\,960 + 12\,540 = 28\,500 \text{ тыс. тенге в год}$$

$$D_{\text{VOICE4}} = 15\,960 + 12\,540 = 28\,500 \text{ тыс. тенге в год}$$

$$D_{\text{DATA1}} = 500 \cdot 5 \cdot 12 \cdot 50 = 1\,500 \text{ тыс. тенге в год}$$

$$D_{\text{DATA2}} = 1000 \cdot 5 \cdot 12 \cdot 50 = 3\,000 \text{ тыс. тенге в год}$$

$$D_{DATA3} = 1500 \cdot 5 \cdot 12 \cdot 50 = 4\,500 \text{ тыс. тенге в год}$$

$$D_{DATA4} = 1500 \cdot 5 \cdot 12 \cdot 50 = 4\,500 \text{ тыс. тенге в год}$$

$$D_1 = 9\,500 + 1\,500 = 11\,000 \text{ тыс. тенге в год}$$

$$D_2 = 19\,000 + 3\,000 = 22\,000 \text{ тыс. тенге в год}$$

$$D_3 = 28\,500 + 4\,500 = 33\,000 \text{ тыс. тенге в год}$$

$$D_4 = 28\,500 + 4\,500 = 33\,000 \text{ тыс. тенге в год}$$

4.5.4. Оценка эффективности реализации проекта

При принятии решений в бизнесе о долгосрочных инвестициях возникает потребность в прогнозировании их эффективности. Для этого рассчитываются следующие показатели:

- чистая приведенная стоимость – NVP;
- индекс рентабельности инвестиций – PI;
- внутренняя норма доходности – IRR;
- дисконтированный срок окупаемости инвестиций DPB.

PV – современная стоимость денежного потока на протяжении экономической жизни проекта.

Чистая приведенная стоимость (NVP) рассчитывается по формуле:

$$NPV = \sum_{t=1}^n \frac{PV_t}{(1+r)^t} - I_0, \quad (4.11)$$

где $\sum PV$ – общая накопительная величина дисконтированных доходов;

r – норма дисконта (15%);

t – номер шага расчета;

I_0 – инвестиции.

Общая накопительная величина дисконтированных доходов определяется по формуле:

$$PV = \sum_{t=1}^n \frac{P_t}{(1+r)^t}, \quad (4.12)$$

где P_t – чистый поток платежей в периоде t.

Таблица 4.6 Результаты расчёта основных экономических показателей (с дисконтированием)

Наименование показателя	Годы				
	0	1	2	3	4
Доходы от реализации услуг, тыс. тенге		11 000	22 000	33 000	44 000
Эксплуатационные расходы, тыс. тенге		8842,03	8842,03	8842,03	8842,03
Прибыль от основной деятельности, тыс. тенге		2157,97	13157,97	24157,97	24157,97
КПН, тыс. тенге		431,594	2631,594	4831,594	4831,594
Чистая прибыль, тыс. тенге		1726,38	10526,38	19326,38	19326,38
Коэффициент приведения, Кпр		0,86	0,75	0,65	0,57
Приведенный чистый доход, тыс. тенге		1484,69	7894,78	12562,15	11016,04
Приведенный чистый доход с нарастающим итогом, тыс. тенге		1484,69	9379,47	21941,62	32957,66
Кап. вложения, тыс. тенге	11585,1				
NPV, тыс. тенге		-10100,41	-2205,63	10356,52	21372,56

Индекс рентабельности рассчитывается по формуле:

$$PI = \sum_k \frac{PV_t}{(1+r)^t} / I \quad (4.13)$$

$$PI = 21941,62 / 11585,1 = 1,9$$

Если, PI больше 1, проект следует принять.

По графику на рисунке 4.1 графически определяется срок окупаемости средств, вложенных в проект с учетом дисконтирования. Срок окупаемости с учетом дисконтирования равен 2,2 лет.

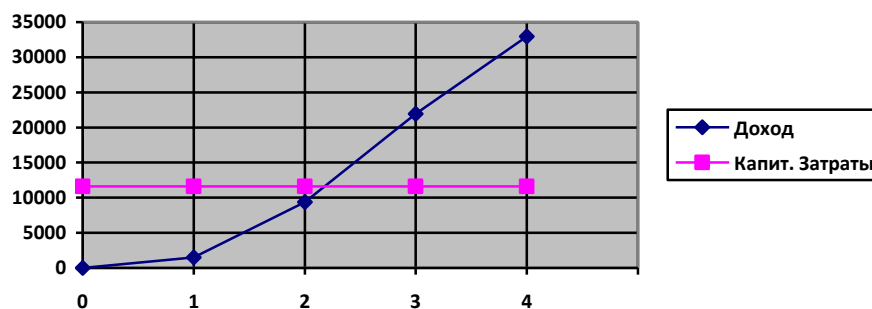


Рисунок 4.1 Срок окупаемости проекта с учетом дисконтирования.

Таблица 4.7 – Показатели эффективности внедрения GPRS

Показатели	Значения
Кап. вложения (K), тыс. тенге	11585,1
Чистый дисконтированный доход (NPV), тыс. тенге	10356,52
Дисконтированный срок окупаемости (t), год	2,2
Индекс рентабельности (PI)	1,9

Капитальные вложения для реализации проекта составила 11585,1 тыс.тенге, дисконтированный срок окупаемости – 2,2 лет, чистая приведенная стоимость (NPV) составляет 10356,52 тыс.тенге, что означает - в течении своей экономической жизни проект возместит первоначальные затраты и обеспечит получение прибыли согласно заданному стандарту, индекс рентабельности 1,9, то есть больше 1, что свидетельствует о том что проект следует принять.

Вывод

Капитальные вложения для реализации проекта составила 11585,1 тыс.тенге, дисконтированный срок окупаемости – 2,2 лет, чистая приведенная стоимость (NPV) составляет 10356,52 тыс.тенге, что означает - в течении своей экономической жизни проект возместит первоначальные затраты и обеспечит получение прибыли согласно заданному стандарту, индекс рентабельности 1,9, то есть больше 1, что свидетельствует о том что проект следует принять.

5 БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

5.1 Анализ помещения используемого для оборудования GPRS

Помещение для оборудования GPRS, где постоянно находятся люди должно иметь естественное освещение. Оно подразделяется на боковое (проемы в стенах), верхнее (фонари в перекрытии) или комбинированное (верхнее плюс боковое). В нашем помещении не достаточно естественного освещения из-за климатических условий (дождь, снег, туман и т.д), времени суток и расположения здания. Световой поток имеет заданное значение освещенности по техническим условиям 500 лк, разряд зрительной зоны работы определен пятой малой точности. [18-20]

Здание представляет собой двухэтажный дом, размеры которого следующие: длина 60 м ширина 15 м (рисунок 5.1), где на втором этаже размещается оборудование GPRS; на первом этаже размещается центр мониторинга. Обслуживать помещение будут три человек: два сменных оператора-инженера и одна техническая уборщица. В дневную смену работает два человека (оператор-инженер и техник-инженер), раз в сутки приходит техническая уборщица.

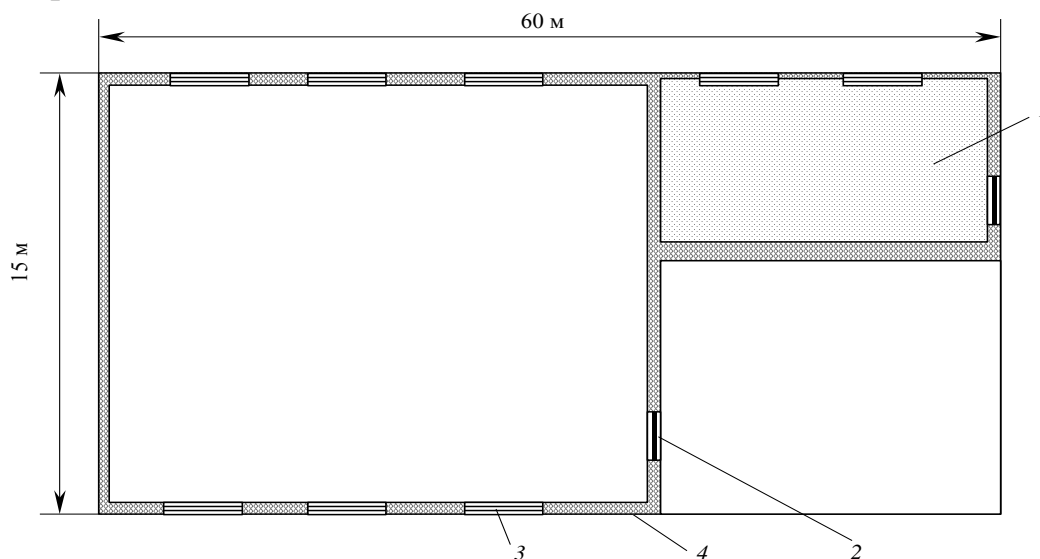
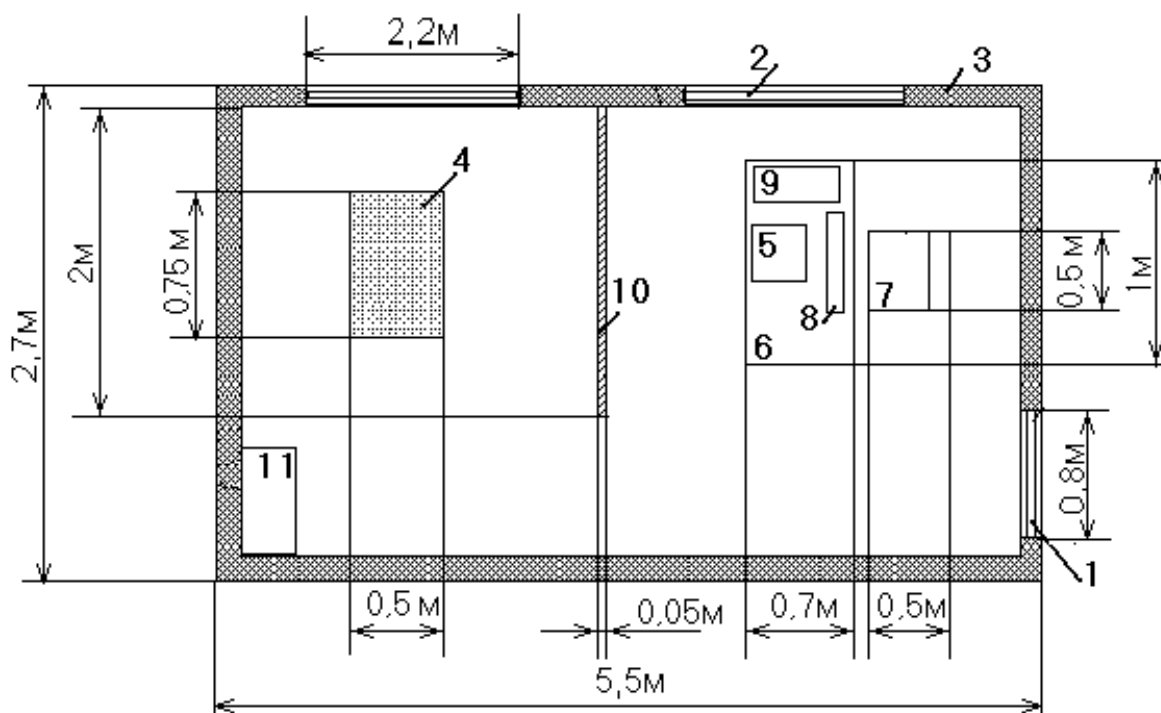


Рисунок 5.1 – План здания (1 – помещение узла; 2 – дверь; 3 – окно; 4 – стена).

Помещение представляет собой двухэтажное здание с размерами: длина $L = 5,5$ м, ширина $B = 2,7$ м, высота $H = 3$ м (рисунок 5.2).



1 – дверь; 2 – окно; 3 – стена; 4 – статив; 5 – монитор; 6 – стол; 7 – стул; 8 – клавиатура; 9 – системный блок; 10 – стеклянная перегородка; 11 – кросс.

Рисунок 5.2 – План помещения

Согласно ГОСТ 12.1.005-88 ССБТ "Воздух рабочей зоны, общие санитарно-гигиенические требования", работа людей в нашем помещении относится к первой категории (таблица 5.1):

Таблица 5.1 – Категории работ по энергозатратам организма

Работа	Категория	Энергозатраты организма, Дж/с (ккал/час)	Характеристика работы
Легкая физическая	I а	не менее 138	Производится сидя и не требует физического напряжения
	I б	138 – 172	Производится сидя, стоя или связана с ходьбой и сопровождается некоторым физическим напряжением

5.1.1 Вентиляция, отопление и кондиционирование воздуха

Для производительного труда оператора необходима рационально организованная окружающая среда, учитывающая естественные условия и комфортность расположения средств управления. Микроклимат рабочего ме-

ста должен исключить мешающие и раздражающие воздействия факторов, которые способны вызвать утомление и напряжение оператора - освещение, отопление, вентиляцию. С целью создания норм условий для персонала установлены нормы производственного микроклимата. Нормы устанавливаются оптимальные и допустимые величины температуры, влажности. Регулирование параметров микроклимата производится автоматически климатическими установками с регулируемыми характеристиками. Изменение контролируемых характеристик производится стационарным инженером по климатотехнике сезонно.[18]

В помещениях с избытками явного тепла предусматриваем кондиционер типа LG 235EU для соблюдения нормативных параметров. В качестве нагревательных приборов в машинных залах ЭВМ и хранилищах носителей информации устанавливаются регистры из гладких труб или панели лучистого отопления.

В производственные помещения подается объемы наружного воздуха:

а) при кубатуре помещения до 20 м² на одного работающего – не менее 30 м³ на человека;

б) при кубатуре помещения 20 – 40 м² на одного работающего не менее 20 м³ на человека;

В залах с работающей вычислительной техникой, на рабочих местах с пультами, при операторских видах работ и т.д. параметры микроклимата должны быть следующими:

Микроклиматические условия на нашем узле обслуживания согласно ГОСТ 12.0.003-74. ССБТ можно охарактеризовать как оптимальные (таблица 5.2):

Таблица 5.2 – Оптимальные нормы параметров микроклимата

Период работы	Категория работы	T, 0 С	Скорость движения воздуха, м/с, не более
Холодный	I а	22-24	0,1
	I б	31-23	0,1
Теплый	I а	23-25	0,1
	I б	22-24	0,2

В любой из периодов года микроклиматические параметры в нашем помещении превышают установленных допустимых значений: Температура летнего периода: плюс 24 0С, температура зимнего периода плюс 21– 24 0С, относительная влажность воздуха – 60% при температуре ниже 36 0С, скорость движения воздуха не превышает 0,2 м/с в любой период года. В данном случае в помещениях в летнее время температура чрезмерно увеличивается (достигает 35-40 0С). Из-за повышенной температуры приходится в автоталах устанавливать кондиционер.

Таблица 5.3 – Допустимые значения параметров микроклимата

Категория работы	Температура воздуха, 0С	Относительная влажность воздуха, %, не более	Скорость движения воздуха, м/с, не более
I а	21-25 / 22-28	75 / 55, при 280 С	0,1/0,1 – 0,2

Так как, вредных веществ, тепла, электромагнитных полей и других вредных факторов для человека аппаратура электронных станций не выделяет, то основной проблемой является несоответствие микроклимата рабочей зоны. Перспективным с точки зрения создания микроклиматических условий в рабочей зоне является использование автономных кондиционеров, которые охлаждают воздух, автоматически поддерживают заданную температуру, очищают воздух от пыли, уменьшают влажность или увеличивают ее, изменяют скорость движения воздушного потока и направляют его, обеспечивая его, обеспечивая наружной средой. Вентиляция является важнейшим средством, обеспечивающим нормальные санитарно-гигиенические условия в производственных помещениях.

В состав основного оборудования GPRS входят аппаратные средства которые расположены в автозале и средства программного обеспечения.

Основным и опасным и вредным фактором в автозале является электромагнитное поле. Влияние на организм человека электромагнитных полей связана с поглощением их энергии тканями тела, причем основные воздействия оказывает электрическое поле. Воздействие электрического поля приводит к нарушениям в деятельности нервной и сердечно сосудистой системы, а также воздействия электромагнитного поля проявляется в виде теплового эффекта, что повышает температуру тела и приводит к местному перегреву отдельных тканей и органов со слабой терморегуляцией. При этом у рабочих может наступить нарушение сна, боли в области сердца, головные боли, повышенная утомляемость.

Операторы ЭВМ сталкиваются с воздействием таких физических опасных и вредных производственных факторов, как повышенный уровень шума, повышенная температура внешней среды, отсутствие или недостаток естественного света, недостаточная освещенность рабочей зоны, электрический ток, статическое электричество. Воздействие указанных факторов приводит к снижению работоспособности, вызываемое развивающимся утомлением.

5.1.2 Оценка электробезопасности

В помещении предполагается, разместить следующее телекоммуникационное оборудование: однополочный стив; персональный компьютер.

Оборудование GPRS размещено в специальном стиве, вес стива 21 (кг), размеры 2000×750×500 (мм).

Оборудование оптимально работает в следующих условиях: температура от 0 до 40 °С; влажность от 5 до 95%, неконденсированная;

Питание:

- переменный ток – напряжение 220 В, частота 50 Гц, ток 30 А;
- постоянный ток – напряжение от 48 до 60 В, ток нагрузки 2 – 4 А.

Так как все оборудование имеет сертификаты, то класс профессионального риска определяем как минимальный.

Электроустройства в отношении мер безопасности относятся к устройствам с рабочим напряжением до 1 кВ.

По степени опасности поражения электрическим током помещение относится к классу без повышенной опасности, поскольку оно соответствует требованиям: с нормальной температурой; с изолированными полами; беспыльное; не имеет заземленных предметов;

Однако существует вероятность поражения током постоянной частоты обслуживающего персонала. При замене блоков питания, блоков коммутации и т.п. в оборудовании, возможны случайные прикосновения к неизолированным электрическим частям, находящимся под напряжением питания (от 48 до 60 В). Это напряжение опасно для жизни. Поэтому данное оборудование необходимо заземлять. Ниже приводится расчет заземления.

По характеру окружающей среды помещение относится к классу "нормальных", относительная влажность воздуха не превышает 60%. По степени доступности оно относится к категории электротехнических, т.е. доступ к оборудованию осуществляется только электротехническим персоналом.

5.1.3 Пожарная безопасность

К первичным средствам пожаротушения относятся огнетушители, ручной инструмент и инвентарь. Они служат для ликвидации пожара в начальных его стадиях. На предприятиях связи используются два типа огнетушителей: химические пенные, углекислотные. Для нашего помещения достаточно одного огнетушителя ОУ-5.

Огнетушитель ручной углекислотный ОУ-5 представляет собой стальной баллон, в котором находится углекислотный раствор и полиэтиленовый стакан с кислотным раствором. Они приводятся в действие вручную, запорный вентиль открывается вращением маховика против часовой стрелки. Эти огнетушители предназначены для тушения небольших очагов пожара, применяются в закрытых помещениях и могут быть использованы в электроустановках, находящихся под напряжением, так как электропроводность углекислоты низка.[22]

Исходя из анализа в данном разделе произведем расчет:

- искусственного освещения;
- системы кондиционирования;
- защитного заземления.

5.2 Расчет технического обеспечения безопасности жизнедеятельности

5.2.1 Расчет искусственного освещения

Расчет искусственного общего освещения выполняется по методу коэффициента использования светового потока. Размеры объектов различения находятся в пределах 1-5 мм, разряд зрительной зоны работы определен пятой малой точности, поэтому будет экономична система общего освещения, при которой светильники располагаются в верхней зоне, обеспечивающей равномерную освещенность рабочего помещения площадью 14,85 м², высотой 3 м. [23]

На основании этих требований проведем расчет системы общего освещения рабочего места оператора ЭВМ. Расчет будем проводить по световому потоку, так имеется заданное значение освещенности документа 500 лк.

Нормируемая минимальная освещенность определяется по формуле:

$$E_{\min} = \frac{F_{\text{л}} n \eta Z}{SK}$$

где $F_{\text{л}}$ – световой поток одной лампы;

n – число ламп в помещении;

η – коэффициент использования светового потока, т.е. доля светового потока всех ламп, падающая на освещаемую поверхность;

Z – коэффициент неравномерности освещения;

$S = A \times B$ – площадь поля освещаемого помещения;

K – коэффициент запаса, учитывающий снижение освещенности в процессе эксплуатации системы освещения (загрязнение светильников, старение ламп). Коэффициент использования светового потока представляет собой отношение светового потока, достигающего освещаемой поверхности, к полному световому потоку в помещении. Зависит от коэффициентов отражения стен $\rho_{\text{с}}$ и потолка $\rho_{\text{п}}$, показателя помещения, который вычисляется по формуле:

$$\varphi = \frac{A \times B}{H_{\text{р}} \times A + B}$$

где $H_{\text{р}}$ – высота подвеса светильников над рабочей поверхностью (условно рабочей поверхностью считается горизонтальная поверхность на высоте 0,8 м. от пола). Люминесцентные светильники рекомендуется устанавливать на высоте 2.5 - 4 м.

Так как нормируется минимальная освещенность рабочей поверхности, то при расчетах вводится коэффициент неравномерности освещения z . Для люминесцентных ламп $z = 0.9$.

Задав число ламп, имеем

$$F_{\text{л}} = \frac{E_{\min} \times S \times K}{Z \times \eta}$$

Для этой категории работ при общем освещении наименьшая освещенность $E_{\min} = 300$ лк (люкс).

Коэффициент пульсации освещенности не более 15 %.

Коэффициент запаса $K = 1,5$.

Коэффициент неравномерности освещения $z = 0,9$.

Пусть диспетчерская – помещение, где установлены ПЭВМ имеет следующие размеры: длина $A = 5,5$ м, ширина $B = 2,7$ м, высота $H = 3$ м.

Подвесной потолок оборудован светильниками АОД (двухламповыми с люминесцентными лампами ЛБ-40).

Коэффициенты отражения светового потока от стен и потолка соответственно равны: $r_{ст} = 50\%$, $r_{пт} = 70\%$.

Определим необходимое число светильников при общей системе освещения. Для помещения с ЭВМ уровень рабочей поверхности над полом равен 0,8 м. При этом $H_p = 3,2$ (высота подвеса над рабочей поверхностью).

Площадь помещения: $S = A \times B = 5,5 \times 2,7 = 14,85$ м².

Для светильников АОД с лампами ЛБ40 световой поток, создаваемый одной лампой $F_{л} = 2480$ лм (люмен).

Определим сначала показатель помещения:

$$P = \frac{(A \times B)}{(H_p \times (A + B))} = \frac{(5,5 \times 2,7)}{((3,2 \times (5,5 + 2,7)))} = 0,566$$

Теперь для $p = 0,566$, коэффициентов отражения потолка $r_{пт} = 0,7$ и стен $r_{ст} = 0,5$ находим коэффициент использования светового потока – $\rho = 0,47$.

Необходимое число светильников определяется по формуле:

$$N = \frac{(E_{\min} \times S \times K)}{(F_{л} \times z \times n \times \rho)} = \frac{(300 \times 14,85 \times 1,5)}{(2480 \times 0,9 \times 2 \times 0,47)} = 3,185 = 4 \text{ шт.}$$

Число ламп в светильнике равно двум. Общее количество ламп равно:

$$n = (2 \times 4) = 8 \text{ шт.}$$

Разделив N на число рядов, можно определить число светильников устанавливаемых в каждом ряду. Поскольку длина светильника известна, то нужно найти длину всех светильников ряда [3].

Если эта длина близка к геометрической длине ряда, он получается сплошным; если меньше длины ряда, то светильники размещаются с разрывами; если больше длины ряда, то увеличивается число рядов.

Пусть светильники устанавливаются в два ряда.

Число светильников в каждом ряду:

$$N_p = \frac{N}{2} = 2$$

Длина светильника АОД = 1,2 м, длина одного ряда $2 \times 1,2 = 2,4$ м.

Расстояние между рядами светильников:

$$L = \lambda \times h = 1,2 \times 2,2 = 2,64 \text{ м.}$$

где $\lambda = 1,2$ – коэффициент неравномерности; h – высота подвеса.

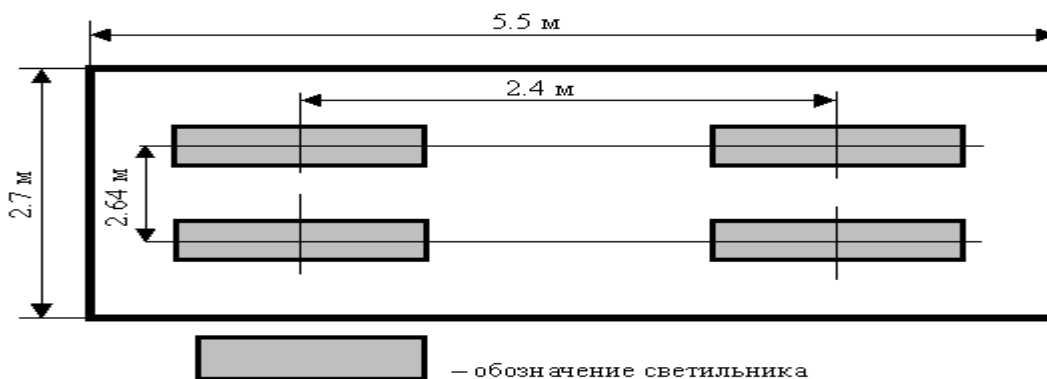


Рисунок 5.3 – Расположения светильников

Вывод: согласно расчетам общее количество светильников АОД равно 4. В каждом светильнике устанавливаем по 2 лампочки. Расстояние между светильниками равно 2,64 метра.

5.2.2 Расчет системы кондиционирования

Кондиционирование обеспечивает наилучшее микроклимата в помещении и условия работы точной и чувствительной аппаратуры.

Определим количество явного тепла выделяемого в помещении для нашего оборудования в теплый период года, с учетом следующих источников тепловыделения: операторов, солнечной радиации, искусственного освещения, оборудования GPRS.

Определяем воздухообмен явного тепла:

$$G_{я} = \frac{Q_{я}}{\tilde{n} \cdot (t_{\text{об}} - t_{\text{вд}})} \text{ м}^3/\text{ч}$$

где $Q_{я}$ – выделение явного тепла, Вт;

\tilde{n} – теплоемкость сухого воздуха, удаляемого общеобменной вентиляцией и подаваемого в помещение, $t_{\text{ух}}=20\text{ }^{\circ}\text{C}$, $t_{\text{пр}}=15\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Явное выделяемое тепло:

$$Q_{я} = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 \quad \text{Вт}$$

где Q_1 – тепловыделение от аппаратуры;

Q_2 – тепловыделение от источников освещения;

Q_3 – тепловыделение от людей;

Q_4 – теплоступление от солнечной радиации сквозь окна.

Тепловыделение от аппаратуры [2]:

$$Q_1 = \psi_1 \times (P_{\text{ПК}} + P_{\text{ОБОР}}) + \psi_2 \times P_{\text{КОНД}} = 0,9 \times (500 + 760) + 0,25 \times 900 = 1359 \quad \text{Вт},$$

где ψ_1 – коэффициент загрузки $P_{\text{ПК}}$, $P_{\text{ОБОР}}$ (компьютера и оборудования) равный 0,9;

$P_{\text{ПК}}$ – мощность персонального компьютера равный 500 Вт;

$P_{\text{ОБОР}}$ – мощность оборудования равный 760 Вт;

$P_{\text{КОНД}}$ – мощность кондиционера;

ψ_2 – коэффициент загрузки $P_{\text{КОНД}}$ (кондиционера) равный 0,25.

Тепловыделение от источников освещения:

$$Q_2 = \varphi \times N_{\text{осв}} = 0,8 \times (8 \times 40) = 256 \text{ Вт},$$

где φ – коэффициент учитывающий количество энергии переходящей в тепло, $\varphi = 0,8$;

$N_{\text{осв}}$ – мощность осветительной установки операторской (8 лампы по 40 Вт каждая)

Тепловыделение от людей:

$$Q_3 = n \times q = 3 \times 116 = 348 \text{ Вт},$$

где n – число работающих;

q – теплотери одного человека, равные 80 – 116 Вт

Теплопоступление от солнечной радиации сквозь окна:

$$Q_4 = F_{\text{ост}} \times q \times m \times k = 3,3 \times 224 \times 2 \times 1,25 = 1848 \text{ Вт}$$

где $F_{\text{ост}}$ – площадь окна, м²;

m – число окон;

k – поправочный множитель, для металлического переплета $k=1,25$;

q – теплопоступление через 1 м² окна, $q = 224 \text{ Вт/м}^2$.

Определяем по формуле (4.5) явное выделяемое тепло:

$$Q_{\text{я}} = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 = 1359 + 256 + 348 + 1848 = 3811 \text{ Вт}.$$

Определяем воздухообмен явного тепла:

$$G_{\text{я}} = \frac{3811}{1 \cdot (20 - 15)} = 762,2 \text{ м}^3 / \text{ч}$$

В теплый период времени, нормальная (средняя) температура в г. Алматы составляет $T_{\text{нор}} = 32 \text{ }^\circ\text{C}$, что больше чем комнатная температура $24 \text{ }^\circ\text{C}$, и потерь тепла нет, а есть приход тепла, выделяемого в помещении в холодный период года, с учетом следующих источников тепла: персонала, оборудования, искусственного освещения, батарей центрального отопления.

Количество тепла выделяемого первыми тремя источниками тепла не изменилось, по сравнению с летним периодом. Поэтому нужен расчет количества тепла выделяемого только батареями центрального отопления.

Всего в комнате две батареи, каждую из которых можно представить в виде совокупности вертикальных и горизонтальных труб. Тепловой поток от поверхности нагретых тел можно определить по формуле:

$$Q_{\text{тел}} = (l + k) \times (T_{\text{n}} - T_{\text{в}}) \times F_{\text{n}} \text{ Вт}$$

где F_{n} – площадь тела;

T_{n} – температура поверхности тела;

$T_{\text{в}}$ – температура окружающего воздуха;

l, k – коэффициенты излучения и конвекции ($\text{Вт/м} \cdot \text{с}$),

Определим значение L

$$L = C_{\text{пр}} \times \left(\frac{\frac{273 + T_{\text{н}}}{100} + \frac{273 + T_{\text{в}}}{100}}{T_{\text{н}} - T_{\text{в}}} \right) \text{ Вт/м} \cdot \text{к},$$

где $C_{\text{пр}}$ – приведенный коэффициент излучения тел в помещении, принимаемый равным $4,9 \text{ Вт/см} \cdot \text{к}$,

Найдем L :

$$L = 4,9 \cdot 10^{-2} \times \left(\frac{\frac{273 + 60}{100} + \frac{273 + 22}{100}}{60 - 22} \right) = 1 \text{ Вт/м} \cdot \text{к}.$$

Определяем значение k по формуле:

$$k = A \times (T_{\text{н}} - T_{\text{в}}) \text{ Вт/м} \cdot \text{с},$$

где A – коэффициент, принимающий значения:

для горизонтальных труб $0,17$,

для вертикальных труб $0,21$.

Найдем значения k :

$$k_{\text{гор}} = 0,17 \times (60 - 22) = 6,46 \text{ Вт/м} \cdot \text{с},$$

$$k_{\text{вер}} = 0,21 \times (60 - 22) = 7,98 \text{ Вт/м} \cdot \text{с}.$$

Каждая батарея состоит из четырех горизонтальных труб, длиной 930 мм и диаметром 80 мм и 29 вертикальных труб, длиной 540 мм и диаметром 60 мм . Рассчитаем тепловой поток от одной батареи по формуле:

$$Q_{\text{бат}} = 4 \times (L + k_{\text{гор}}) \times (T_{\text{н}} - T_{\text{в}}) \times n \times D_{\text{гор}} \times L_{\text{гор}} + 30 \times (L + k_{\text{вер}}) \times (T_{\text{н}} - T_{\text{в}}) \times n \times D_{\text{вер}} \times L_{\text{вер}} \text{ Вт}$$

$$Q_{\text{бат}} = 3,14 \times (1 + 6,46) \times (60 - 22) \times 2 \times 6,08 \times 0,93 + 30 \times (1 + 7,98) \times 0,06 \times 0,54 = 620 \text{ Вт}.$$

От двух батарей, соответственно:

$$Q_{\text{бат, 2}} = 2 \times 620 = 1240 \text{ Вт}.$$

Определим суммарное количество поступающей теплоты:

$$Q_{\text{сум}} = Q_{\text{бат, 2}} + Q_{\text{обор}} + Q_{\text{чел}} + Q_{\text{ос}} \text{ Вт}$$

$$Q_{\text{сум}} = 1240 + 348 + 1359 + 256 = 3203 \text{ Вт}$$

Примем потери через стены и окна здания по для холодного и теплого времен года. Для холодного времени года: $T_{\text{нар}} = -12 \text{ }^{\circ}\text{C}$, $Q_{\text{пот}} = 727 \text{ Вт}$. Для теплого времени года: $T_{\text{нар}} = 30 \text{ }^{\circ}\text{C}$, $Q_{\text{пот}} = 182 \text{ Вт}$.

Для холодного периода избыток тепла:

$$Q_{\text{изб.т}} = 3203 - 727 = 2476 \text{ Вт}.$$

Для теплого периода избыток тепла:

$$Q_{\text{изб.т}} = 3203 + 182 = 3385 \text{ Вт}.$$

Определим необходимый воздухообмен для теплого и холодного периодов года по формуле (4.15):

$$L = \frac{3,6 \times Q_{\text{изб.т}}}{C \times \rho \times (T_{\text{вн}} - T_{\text{нар}})} \text{ м}^3/\text{час}$$

где C – удельная теплоемкость воздуха, при постоянном давлении она равна $0,278 \text{ Вт}\cdot\text{ч}/\text{кг}\cdot\text{ }^\circ\text{C}$; P – плотность воздуха $1,2 \text{ кг}/\text{м}^3$

Для теплого периода необходим воздухообмен:

$$L_x = \frac{3,6 \times 2478}{3336 \times (22 - 12)} = 27 \text{ м}^3 / \text{час}$$

Для холодного периода года необходим воздухообмен:

Норма воздухообмена для помещения составляет $30 \text{ м}\cdot\text{куб}/\text{час}$ на одно место, и соответственно, для одного рабочего мест и одного стativa оборудования, составит:

$$L_{\text{норм}} = 30 \times 2 = 60 \text{ м}^3/\text{час},$$

Требования, предъявляемые к воздухообмену в помещении, более жесткие, чем требования, предъявляемые, для обеспечения отвода явного тепла, как для холодного, так и для теплого периодов года:

$$L_{\text{норм}} = 870 > L_T = 73 \text{ м}^3/\text{час},$$

$$L_{\text{норм}} = 870 > L_x = 27 \text{ м}^3/\text{час}.$$

Поэтому проверяя выполнение более жесткого требования, путем расчета воздухообмена, обеспеченного искусственной вентиляцией, с применением оконного кондиционера и сравнением полученного результата с требуемым.

Кондиционеры LG 235EU63, TCL 25RF65 обеспечивают:

охлаждение воздуха; автоматическое поддержание заданной температуры;

очистка воздуха от пыли; вентиляция; уменьшение влажности воздуха; изменение скорости движения направления воздушного потока; воздухообмен с окружающей средой.

Приведем параметры кондиционеров в таблице 5.4.

Количество кондиционеров в расчете на вентиляцию можно рассчитать по формуле:

$$n = \frac{L_{\text{НОРМ}}}{L_q} \text{ шт},$$

где L_q – производительность кондиционера.

Для LG 235EU63, из условия обеспечения вентиляции:

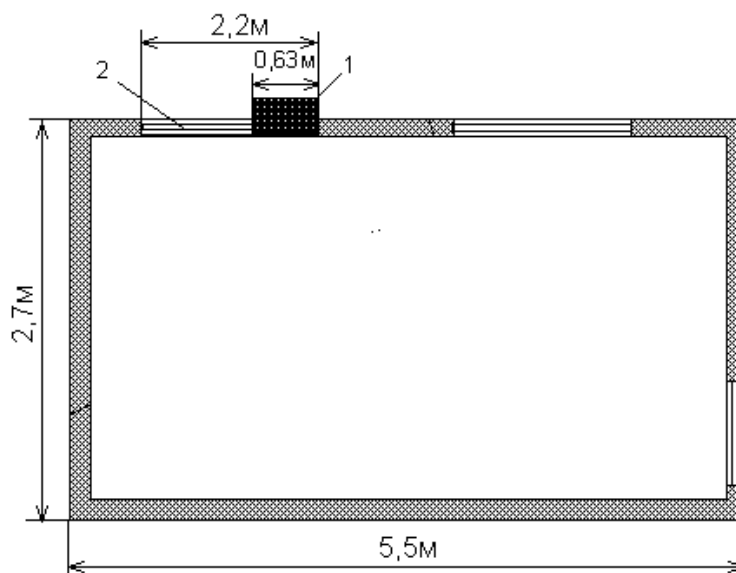
$$n = \frac{L_{\text{НОРМ}}}{L_q} = \frac{27}{320} = 1 \text{ шт}.$$

Используем кондиционер, который рассчитан на вентиляцию и кондиционирование 25 м^2 .

В результате проделанного расчета, мы убедились, что требования, предъявляемые, обеспечивают все нормируемые параметры микроклимата в помещении для оборудования телекоммуникации.

Таблица 5.4 – Параметры кондиционеров

	LG 235EU63	TCL 25RF65
Обслуживание площади, м ²	25	35
Производительность по холоду, Вт/час (Ккал/час)	1740 (1500)	2900 (2500)
Производительность по воздуху при высокой частоте вращения вентилятора, м ³ /час	400	630
Производительность по воздуху при низкой частоте вращения вентилятора, м ³ /час	320	500
Потребляемая мощность, Вт	900	1450



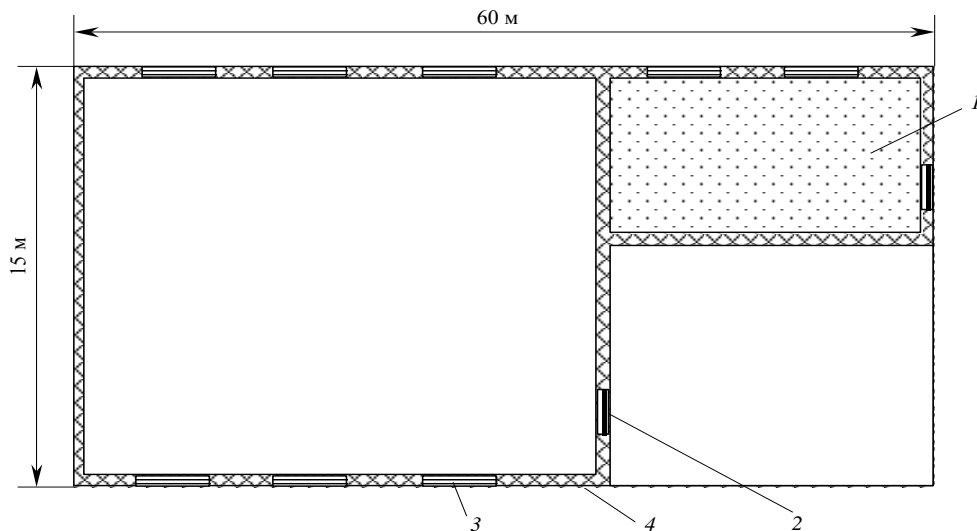
1 – кондиционер; 2 – окно.

Рисунок 5.4 - Кондиционер в помещении

Вывод: согласно расчетам выбраны 2 типа кондиционеров LG 235EU63 и TCL 25RF65. Основными достоинствами данных кондиционеров являются очень высокое качество, легкость в эксплуатации и недорогая цена.

5.2.3 Расчет защитного заземления

Тип заземления – контурный, при котором заземлители располагаются по контуру вокруг здания. Здание имеет следующие размеры: А=60 м, В=15 м.



1 – помещение узла; 2 – дверь; 3 – окно; 4 – стена.

Рисунок 5.5 – План здания

Контур состоит из вертикальных электродов – стальных труб длиной $l_B = 3\text{ м}$, диаметром $d = 50\text{ мм}$, соединенных горизонтальной полосой длиной равной периметру контура:

$$L_2 = P_K = (A+B) \times 2\text{ м}$$

Подставляя значения в формулу находим:

$$L_2 = P_K = (60+15) \times 2 = 150\text{ м.}$$

В качестве горизонтального электрода применим стальную полосу сечением $40 \times 4\text{ мм}$. Глубина заложения электродов в землю $t_0 = 0,5\text{ м}$. Удельное сопротивление грунта $\rho = 80\text{ Ом}\cdot\text{м}$. В качестве естественного заземлителя применяются железобетонная арматура сопротивлением $R_C = 20\text{ Ом}$. Ток замыкания на землю $I_3 = 70\text{ А}$. Расчет производим по методу коэффициента использования. Требуемое сопротивление растеканию заземлителя ПУЭ:

Требуемое сопротивление неестественного заземлителя:

$$R_3 = \frac{125}{I_3}\text{ Ом,}$$

$$R_3 = \frac{125}{70} = 1,78\text{ Ом.}$$

$$R_{TP} = \frac{(R_E \times R_3)}{(R_E - R_3)}\text{ Ом,}$$

$$R_{TP} = \frac{(20 \times 1,78)}{(20 - 1,78)} = 1,95\text{ Ом.}$$

Число вертикальных электродов:

$$n_B = \frac{P_K}{a}\text{ шт,}$$

где a – расстояние между вертикальными заземлителями, применяется

по условию $\frac{a}{l_B} = 1; 2; 3$, в данном случае принимаем, $a = 3\text{ м}$.

Подставляя значения в формулу (4.20), получим:

$$n_B = \frac{150}{3} = 50 \text{ шт.}$$

Определим расчетное удельное сопротивление грунта для вертикальных и горизонтальных электродов:

$$R_{\text{расч.в}} = kC \cdot P \text{ Ом} \cdot \text{м}$$

где kC – коэффициент сезонности, учитывающий промерзание и высыхание грунта и зависящий от климатической зоны для Казахстана – $kC=1,4$; $kC' = 2,5$.

Подставляя значения в формулу (4.21) получим:

$$R_{\text{расч.в}} = 1,4 \times 80 = 112 \text{ Ом} \cdot \text{м},$$

$$R_{\text{расч.г}} = 2,5 \times 80 = 200 \text{ Ом} \cdot \text{м}.$$

Расчетное сопротивление растеканию электродов – вертикального R_B :

$$R_B = \frac{R_{\text{расч.в.}}}{2\pi \cdot l_B} \left(\ln \frac{2l_B}{d} + \frac{1}{2} \ln \frac{4t+1}{4t-1} \right) \text{ Ом}$$

$$R_B = \frac{112}{2 \cdot 3,14 \cdot 3} \left(\ln \frac{2 \cdot 3}{0,5} + \frac{1}{2} \ln \frac{4 \cdot 2 + 3}{4 \cdot 2 - 3} \right) = 30,7 \text{ Ом.}$$

горизонтального электрода R_G :

$$R_G = \frac{R_{\text{расч.г}}}{2\pi \cdot L_G} \cdot \ln \frac{L_G^2}{dt} \text{ Ом}$$

$$R_G = \frac{200}{2 \cdot 3,14 \cdot 150} \cdot \ln \frac{150^2}{0,5 \cdot 0,04 \cdot 0,5} = 3,1 \text{ Ом}$$

Определим по таблице 4.2 и 4.3 коэффициенты использования вертикального и горизонтального электродов:

$$\eta_B = 0,4; \eta_G = 0,21.$$

Найдем сопротивление растеканию принятого группового заземлителя:

$$R_{\text{гр}} = \frac{(R_B \times R_G)}{(R_B \times \eta_G + R_G \times n_B \times \eta_B)} \text{ Ом},$$

$$R_{\text{гр}} = \frac{(30,7 \times 3,1)}{(30,7 \times 0,21 + 3,1 \times 50 \times 0,4)} = 1,39 \text{ Ом.}$$

Расхождение между требуемым и расчетным сопротивлением заземлителя равно:

$$\Delta R = R_{\text{тр}} - R_{\text{гр}} = 1,95 - 1,39 = 0,56 \text{ Ом.}$$

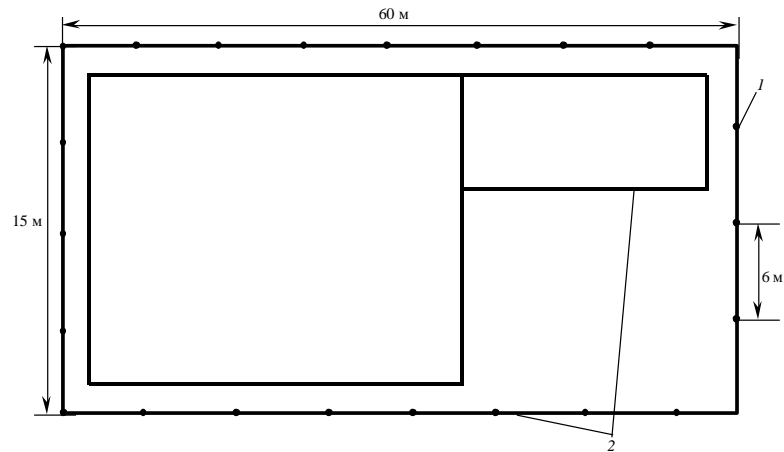
Уменьшим число заземлителей, принимая расстояние между ними $a = 6$ м, тогда

$$n_B = \frac{P_K}{a} = \frac{150}{6} = 25 \text{ шт.},$$

$$R_{\text{гр}} = \frac{(30,7 \times 3,1)}{(30,7 \times 0,31 + 3,1 \times 0,61 \times 25)} = 1,7 \text{ Ом.}$$

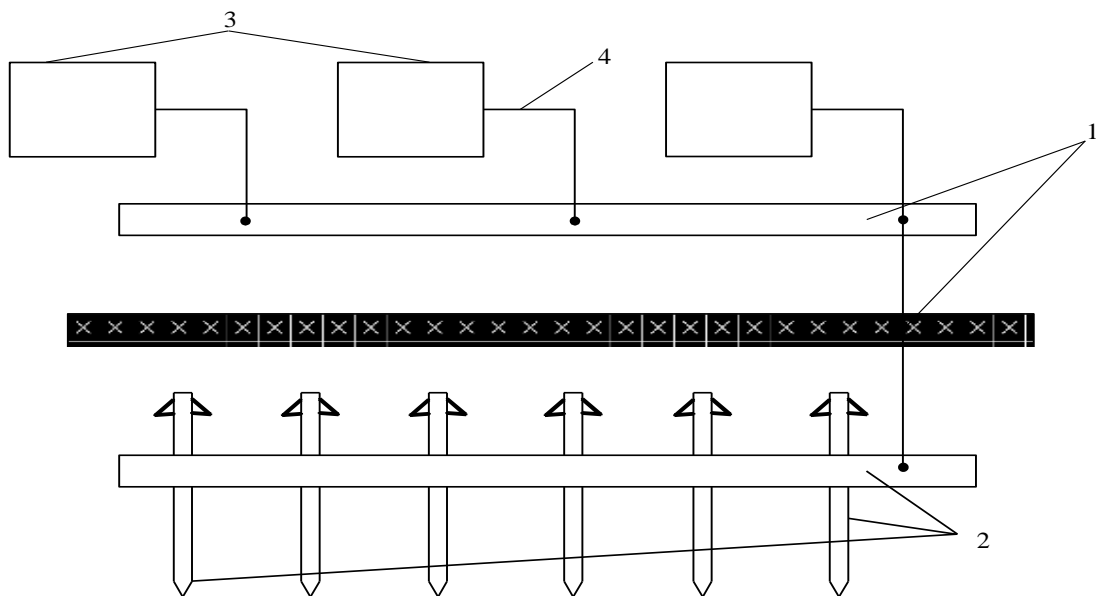
На рисунке 5.6 изображена схема расположения заземлителей. Расстояние между заземлителями $a = 6$ м, количество заземлителей $n_B = 25$ шт.

На рисунке 5.7 показано устройство заземления. В качестве заземляющих проводников принимаем полосовую сталь сечением 48 мм².



1 – заземлитель; 2 – магистраль заземления.

Рисунок 5.6 - Схема расположения заземляющего контура.



1 – магистраль заземления (заземляющих проводников); 2 – группа заземлителей (заземляющий контур); 3 – корпуса электрооборудования; 4 – ответвляющие проводники, обеспечивающие присоединения корпусов электрооборудования к магистрали заземления

Рисунок 5.7 – Устройство заземления

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В настоящее время во всем мире широко применяется мобильный Интернет на базе стандарта GPRS. GPRS (Пакетная Радиосвязь Общего Пользования) – данная система реализует и поддерживает протокол пакетной передачи информации для сети сотовой связи GSM. При использовании системы GPRS информация комплектуется в пакеты и передается в эфир, они заполняют те "пустоты" (не используемые в настоящее время голосовые каналы), которые постоянно присутствуют в промежутках между разговорами абонентов, а использование одновременно нескольких голосовых каналов дает передачу данных на высокой скорости. Тем самым на процесс установления соединения уходит несколько секунд. Это и является основным преимуществом режима пакетной передачи данных. Изначально услуги GPRS были запущены на ограниченной территории действия сотовой связи. В скором времени радиус действия, где можно было использовать технологии GPRS выросла и, в итоге, услуга GPRS всю территорию действия сотовой связи. Модернизация свойств сотовых телефонов и инфраструктуры GPRS позволило увеличить скорость приема и передачи информации.

В след за этим последовало развитие сетей пакетной передачи данных, внедрение технологии EDGE. Это технология позволяет развить скорость передачи информации до 384 кбит/с. Частичной базой для технологии EDGE используется система GPRS. За счет этого скорость передачи информации достигает до 2048 кбит/с.

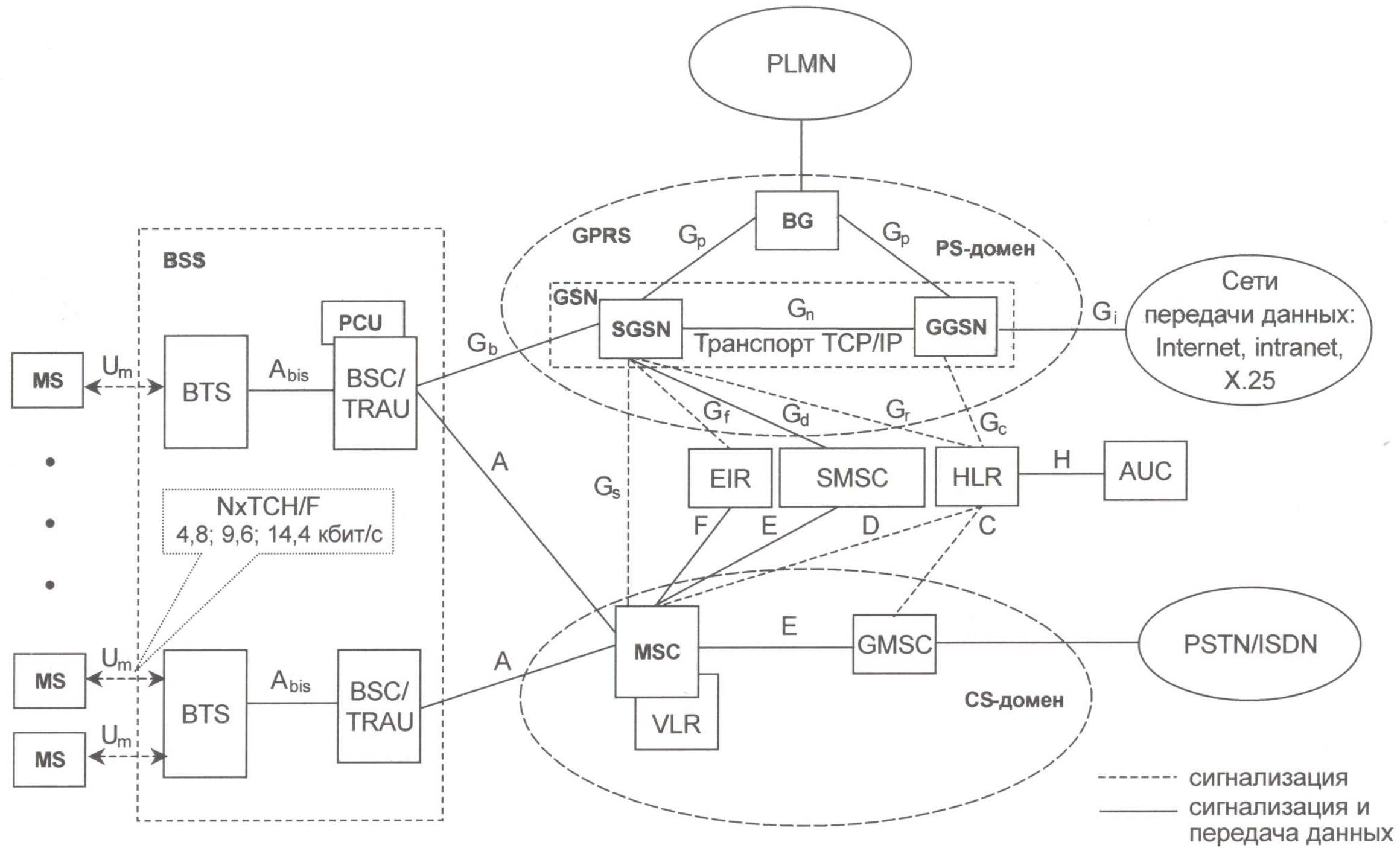
WCDMA - использует радиоканал CDMA 5 МГц для поддержки теоретических скоростей передачи данных до 2048 кбит/с. В настоящее время стандарт WCDMA широко используется в сетях WAP/GPRS/3G/4G.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Попов В. И. Основы сотовой связи стандарта GSM. – М.: Эко-Трендз, 2005. – 296 с.: ил.
2. Громаков Ю. А. Стандарты и системы подвижной радиосвязи – М.: Эко-Трендз, 1998. – 240 с.: ил.
3. Закиров З. Г., Надев А. Ф., Файзуллин Р. Р. Сотовая связь стандарта GSM. Современное состояние, переход к сетям третьего поколения. – М.: Эко-Трендз, 2004. – 264 с.: ил.
4. Росляков А. В. Общеканальная сигнализация №7. Инженерная энциклопедия ТЭК. – М.: Эко-Трендз, 2000. – 177 с.
5. Олифер В. Г., Олифер Н. А. Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы: Учебник для вузов. 3-е изд. – СПб.: Питер, 2006. – 958 с.: ил.
6. Гольдштейн Б.С., Ериель И.М., Перле Р.Д. Интеллектуальные сети. – М.: Радио и связь, 2000. – 500с.
7. Бакланов И.Г. ISDN и Frame Relay: технология и практика измерений. – М.: Эко-Трендз, 1999. – 190 с.
8. Alcatel EVOLIUM GPRS SOLUTION Product description
9. Черных М.С., Биллинговый инструментарий для поддержки услуг передачи данных в сетях GPRS// Мобильные системы, 2003, №10, с. 65-68.
10. Голикова Е. GPRS. Новое слово в мобильной связи// Мобильные системы, 2002, №10, с. 51
11. Глушаков С. В., Клевцов А. Л. Программирование в среде Delphi 7. 2-е изд. – Харьков: Фолио, 2003. – 528 с.: ил.
12. Бериккулы А. Компьютерно-коммуникационные системы. Электронные лекции. – Алматы: АИЭС, 2007.
13. Бериккулы А. Компьютерно-коммуникационные системы. Программа курса и методические указания к выполнению курсового проекта (для студентов специальности 350140). – Алматы: АИЭС, 2004. – 44 с.
14. Бериккулы А. Дипломное проектирование. Методические указания к выполнению дипломных проектов для студентов специальностей 3501 – Электронные системы и технологии и 370340 – Организация и технология защиты информации всех форм обучения. – Алматы: АИЭС, 2007. – 52 с.
15. Фирменный стандарт. Работы учебные. Общие требования к оформлению текстового и графического материала. – Алматы: АИЭС, 2002. – 38 с.
16. Алибаева С. А. Методические указания по дипломному проектированию (для студентов всех форм обучения направления 652400 - Радиоэлектроника и телекоммуникации). – Алматы: АИЭС, 2001. – 17 с.
17. Основы экономики телекоммуникации (связи): Учебник для вузов / Под ред. Горелик М. А. и Голубицкой Е. А. – М.: Радио и связь, 1997. – 224 с.
18. Белов С. В. Безопасность жизнедеятельности. – М.: Высшая школа, 2005. – 448 с., ил.

19. СНиП РК 2.04.05 – 2002. Естественное и искусственное освещение. Общие требования. – Астана: Стройиздат., 2002.
20. Гост 12.1.005 – 88 ССБТ. Воздух рабочей зоны. Общие требования.
21. СНиП РК 2.01.04 – 2004. Противопожарная безопасность. Общие требования. – Астана: Стройиздат., 2004.
22. Дюсебаев М. К. Безопасность жизнедеятельности. Методические указания к выполнению раздела в дипломных проектах. – Алматы: АИЭС, 2003. – 27 с.
23. Кошулько Л.П., Суляева Н.Г. Производственное освещение. Методические указания к выполнению раздела «Охрана труда» в дипломном проекте. – Алматы: АИЭС, 2005. – 40 с.
24. Хакимжанов Т.Е. Безопасность жизнедеятельности. Расчет аспирационных систем. Методические указания к выполнению раздела в дипломных проектах. – Алматы: АИЭС, 2002.

ПРИЛОЖЕНИЕ А



					Структурная схема сети сотовой связи GSM с поддержкой радиослужбы GPRS	Лит.	Масса	Масштаб
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата				
Разраб.					у		1:1	
Провер.								
Н.Контр.					АУЭС каф. КТ			
Утв.								