

**Ретранслятор  
систем подвижной радиотелефонной связи  
стандарта GSM 900**

# **PicoCell 900 SXA**

Описание



---

МОСКВА 2011г.

# СОДЕРЖАНИЕ

<b>1. Общие сведения</b>	
1.1 Назначение	3
1.2 Внешний вид, органы управления и индикации	6
1.3 Описание структуры меню управления	7
1.4 Комплектация и дополнительное оборудование	13
<b>2. Технические сведения</b>	14
<b>3. Установка и пусконаладочные работы</b>	
3.1 Общие требования к размещению антенн и ретранслятора	15
3.2 Предварительные монтажные работы	17
3.3 Завершающие монтажные работы	18
3.4 Рекомендации по регулировке усиления	19
3.5 Возможное отрицательное воздействие системы	20
<b>4. Эксплуатация</b>	
4.1 Общие указания	25
4.2 Указание мер безопасности	25
4.3 Транспортирование и хранение	25

Данный документ содержит информацию о принципе работы и основных характеристиках ретранслятора PicoCell 900 SXA, указания о правильной установке и безопасной эксплуатации аппарата.

# 1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

## 1.1 НАЗНАЧЕНИЕ

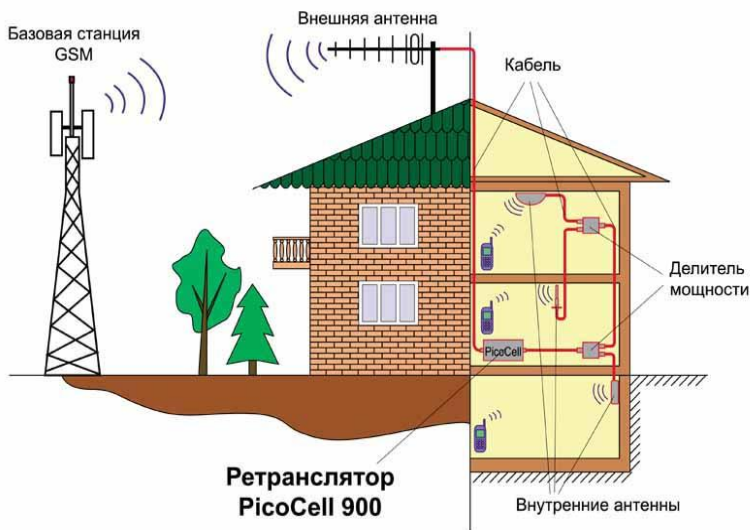
Ретранслятор *PicoCell 900 SXA* является устройством малой мощности (до 100 мВт) и предназначен для установки внутри жилых, офисных и необслуживаемых помещений с «комнатными» условиями эксплуатации.

Ретранслятор *PicoCell 900 SXA* предназначен для усиления радиосигналов всех операторов сотовой связи стандарта *GSM900*.

В частности, операторы сотовой связи могут решать проблемы развития сети не только размещением базовых станций (БС) но и с помощью ретрансляторов. Так, например, если в зоне действия планируемой БС предполагается малое количество абонентов, то ее установка считается невыгодной и проблема решается с помощью ретрансляторов. В таких случаях ретрансляторы малой мощности комнатного исполнения (*PicoCell 900 SXA*) применяются для покрытия локальных мест расположения абонентов (вестибюли и станции метро, офисы и т.п.).

При достаточном уровне сигналов от базовых станций, а также при профессиональной установке системы ретранслятор *PicoCell 900 SXA* позволяет обеспечить устойчивую и качественную сотовую связь в помещениях, суммарная площадь которых может достигать 1500 м<sup>2</sup>.

Ретранслятор *PicoCell 900 SXA* снабжен микроконтроллерным блоком управления, который имеет меню для настройки и контроля параметров системы, а также выполняет функцию защиты базовых станций сотовой сети от помех, которые может создавать сам ретранслятор при его неправильной установке или регулировке, а также при случайном повреждении кабелей, антенн и т.п.



*Рисунок 1. Пример системы с ретранслятором PicoCell 900 SXA.*

### **Наиболее типичные объекты для установки ретрансляторов:**

- в городских условиях, в зданиях с железобетонными стенами и перекрытиями – квартиры и офисы на нижних этажах железобетонных зданий при «плотной» застройке, особенно «глухие» комнаты внутри зданий - коридоры, туалетные комнаты, лифтовые шахты и т.п.;
- подземные переходы, автостоянки, холлы метро и т.п.;
- в подвальных и полуподвальных помещениях в черте города – офисы, клубы, рестораны и т.п.;
- на удаленных объектах от сотовой сети – загородные коттеджи, складские ангары, крытые хранилища и т.п., особенно расположенные в лесных массивах, в низинах или за холмами;
- залы вокзалов, крытые стадионы, выставочные залы и другие помещения с легкими перегородками и т.п.;
- металлические и железобетонные ангары, цеха и т.п.

*Площадь зоны покрытия приводится здесь только ориентировочно, исходя из статистики по типичным установкам систем. В зависимости от планировки помещений и материала перегородок реализованная суммарная площадь зоны покрытия может оказаться иной.*

Качество сигнала внутри помещения в основном зависит от мощности и качества принятого сигнала от базовой станции, однако даже при хорошем сигнале следует оптимизировать количество внутренних (абонентских) антенн для получения наибольшей площади покрытия.

Ретранслятор *PicoCell 900 SXA* имеет негерметичное исполнение и предназначен для установки в помещениях при температуре окружающего воздуха от +5°C до +40°C. Не допускается воздействие влаги, в том числе выпадение конденсата. Следует обращать внимание на влажность в подвальных, чердачных и других технических помещениях, а также в помещениях на технических этажах. Не допускается установка ретранслятора в вентиляционных шахтах.

Все оборудование, выпускаемое ЗАО «Московские микроволны», проходит строгий контроль технических параметров. Соответствие качества подтверждается личным клеймом сотрудника в разделе свидетельства о технической приемке в конце этого документа. Менеджмент системы качества предприятия сертифицирован по ИСО 9001-2001.

## 1.2 ВНЕШНИЙ ВИД, ОРГАНЫ УПРАВЛЕНИЯ И ИНДИКАЦИИ

Внешний вид ретранслятора *PicoCell 900SXA* показан на рисунке 2.

Корпус ретранслятора выполнен из алюминиевого сплава, что, помимо прочности конструкции, дает необходимую экранировку от различных радиопомех (например, от компьютеров) и позволяет получить хороший теплоотвод выделяемой энергии за счет радиатора, расположенного на задней стенке корпуса.

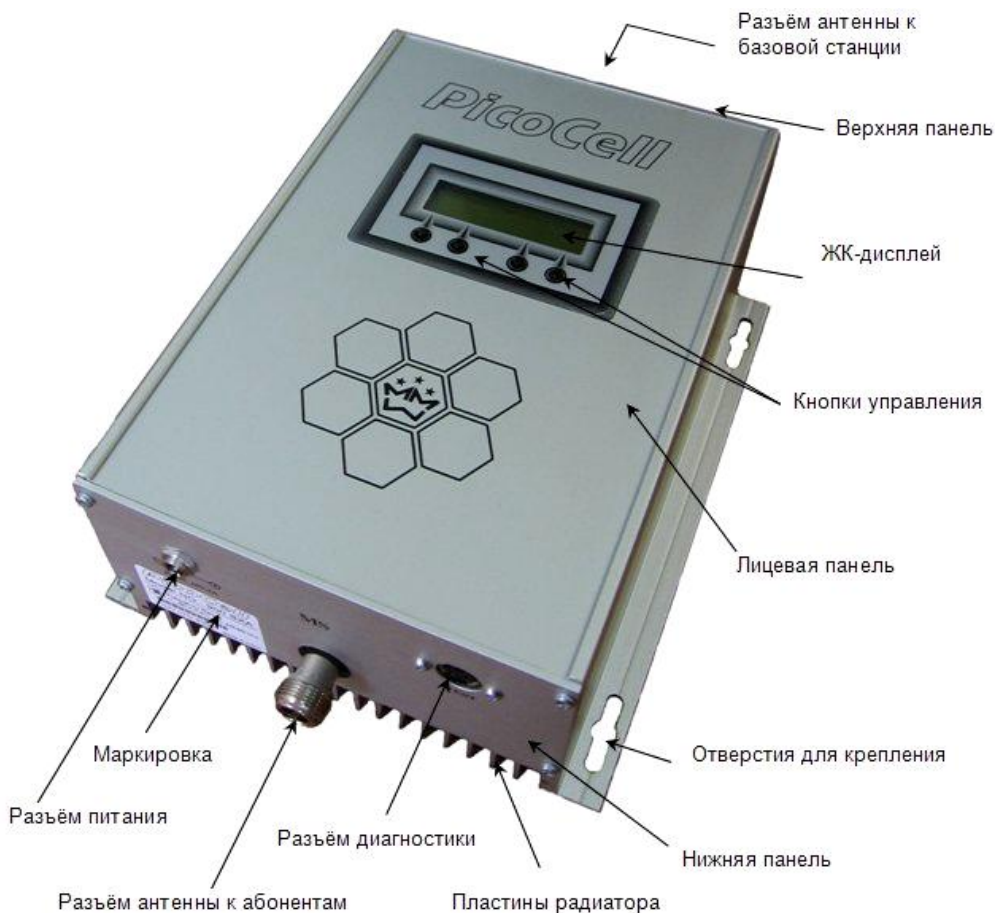


Рисунок 2. Ретранслятор *PicoCell 900 SXA*.

На верхней панели корпуса расположен СВЧ разъем, обозначенный “BS”, который предназначен для подключения кабеля от наружной антенны, направляемой на базовые станции (БС).

На нижней панели корпуса расположены разъем подключения адаптера питания, разъем для заводской диагностики и СВЧ разъем, обозначенный “MS”, который предназначен для подключения кабеля от внутренней антенны (или нескольких антенн) направляемых на абонентов (мобильные станции). Кроме того, на нижней панели нанесена маркировка изделия с указанием модели ретранслятора, его серийного номера и даты выпуска.

Управление параметрами и контроль режимов ретранслятора осуществляется с помощью встроенного микроконтроллерного блока управления. На лицевой панели корпуса ретранслятора расположен ЖК-дисплей и кнопки управления.

### **1.3 ОПИСАНИЕ СТРУКТУРЫ МЕНЮ УПРАВЛЕНИЯ**

Вся информация, необходимая при настройке системы при монтаже и при дальнейшем обслуживании, отображается на двухстрочном ЖК-дисплее в виде русскоязычного или англоязычного меню. Управление производится в меню настроек, с помощью клавиатуры состоящей из четырех кнопок, расположенной под дисплеем. На нижней строке дисплея графически отображаются функции кнопок, расположенных под ними. В зависимости от контекста функции кнопок могут меняться. Если графический знак отсутствует или гаснет, это означает, что соответствующая кнопка не функциональна или её действие прекратилось, например, вследствие достижения максимального или минимального значения изменяемого параметра.

## Основное меню



В исходном состоянии на дисплее отображается суммарная информация о режиме работы ретранслятора (рис. 3). В левой части верхней строки дисплея отображается знак  и графическая шкала выходной мощности, излучаемой ретранслятором в сторону абонентов (уровень усиленных сигналов от базовых станций), в левой части нижней строки отображается цифровое значение мощности, измеряемой в dBm. В правой части верхней строки дисплея отображается знак  и графическая шкала выходной мощности, излучаемой ретранслятором в сторону базовой станции (уровень усиленных сигналов от абонентов), в правой части нижней строки отображается цифровое значение мощности, измеряемой в dBm.



Рисунок 3. Дисплей ретранслятора PicoCell 900 SXA (в оптимальном режиме работы).



Отсутствие выходного сигнала ретранслятора от абонентов говорит лишь о том, что внутри помещения в данный момент не используется сотовая связь. При снижении уровней выходных сигналов ниже +3 dBm отображаются символы <<dBm. В центре нижней строки дисплея отображается величина установленного усиления ретранслятора, измеряемого в dB. При достижении максимального уровня выходного сигнала срабатывает система автоматического ограничения мощности, что индицируется символом  в конце соответствующей графической шкалы.



Рисунок 4. Дисплей ретранслятора PicoCell 900 SXA (ретранслятор находится в режиме ограничения мощности).

При достижении порогового уровня выходного сигнала в сторону базовой станции срабатывает система защиты сети, и начинается отсчет времени таймера снижения усиления, что индицируется символом  в



конце графической шкалы в правом верхнем углу. По истечении таймера начнется автоматическое снижение усиления, что индицируется мигающим сниженным значением усиления в центре нижней строки.



*Рисунок 5. Дисплей ретранслятора PicoCell 900 SXA (при отсутствии входного сигнала от базовой станции).*

Причин отсутствия входного сигнала от базовой станции может быть несколько: установка приёмной антенны в точке недостаточного сигнала от БС; большие потери в соединительных кабелях; некачественный монтаж разъёмов и т.п.

### **Меню управления**

Для входа в меню управления достаточно нажать любую из кнопок на лицевой панели.

Имеется шесть пунктов меню верхнего уровня: «Настройка усиления», «Управление питанием», «Защита сети», «Контроль режимов», «Контраст ЖКД», «Выбор языка». Для выбора нужного пункта используйте кнопки, обозначенные ↑ и ↓, для входа в выбранный пункт – кнопкой ↵, для выхода – ⏏. Для изменения значения выбранного параметра используйте кнопки, обозначенные + и –, для сохранения значения в энергонезависимую память нажмите кнопку ↵, для отмены и возврата исходного значения (до сохранения) используйте кнопку ⏏.

- **Меню «Настройка усиления»** ретранслятора отображает текущее значение усиления и графические шкалы уровней выходной мощности. Коэффициент усиления может устанавливаться в пределах от 45 dB до 70 dB. Диапазон регулировки усиления, соответственно, составляет 25 dB. Графические шкалы уровней выходной мощности удобны для оценки устойчивости системы при текущем усилении ретранслятора, например, если при увеличении усиления на 1...2 dB выходная мощность увеличится скачком на 4...5

и более делений шкалы, то это означает, что система на грани самовозбуждения. В этом случае следует либо снизить усиление на 3...5 dB от этого пограничного состояния, либо, лучше, увеличить электромагнитную развязку (экранировку) между абонентскими антеннами и антенной направленной на базовые станции.

- **Меню «Управление питанием»** предназначено для включения и выключения питания ретранслятора при подключении (отключении) кабелей. **Не допускается производить какие либо отключения или подключения к СВЧ разъёмам ретранслятора при включенном питании усилителей – это может вывести их из строя!** Как известно, одежда и тело человека накапливают статическое электричество, которое при прикосновении к корпусу ретранслятора вызывает небольшой электрический разряд. Пройдя через тракт усиления, энергия, наведенная этим разрядом, может вызвать повреждение полупроводниковых приборов и вывести таким образом ретранслятор из строя.
- **Меню «Защита сети»** содержит шесть пунктов меню второго уровня:
  1. **Включение/выключение функции защиты сети.** Допускается отключать систему защиты сети только при очень большом количестве непрерывно разговаривающих абонентов в зоне действия ретранслятора (магазины, рестораны и т.п.) или при расстоянии до ближайшей базовой станции более 10 км. При этом следует добиваться максимально возможной стабильности системы за счет экранировки между антеннами и установить несколько заниженное усиление ретранслятора.
  2. **Порог  $P_{up} = 17dBm$**  – это пороговое значение выходной мощности, излучаемой непрерывно в сторону базовой станции. Если выходная мощность ретранслятора непрерывно превышает это пороговое значение, то таймер снижения усиления, отсчитав установленное время, начнет уменьшать усиление до тех пор, пока мощность не станет ниже пороговой. Диапазон возможных значений

– от 5 до 24 dBm. Типовое значение пороговой мощности 15...17 dBm. Если базовая станция расположена ближе 5 км, то уровень пороговой мощности рекомендуется снизить до 10...13 dBm.

3. **Тсниж.Ку =10мин** – это время таймера снижения усиления. Диапазон возможных значений – от 5 до 60 минут. Типичные значения – 10...30 минут, в зависимости от количества абонентов, которые часто разговаривают по мобильному телефону более 5 минут, находясь при этом близко к абонентской антенне (например, в небольшом кабинете на расстоянии менее 2 м от антенны).
4. **Твосст.Ку =15мин** - это время таймера восстановления исходного значения усиления. Диапазон возможных значений – от 5 до 60 минут. Типичные значения – 15..40 минут. Устанавливается на время примерно в полтора-два раза большее, чем установлено для таймера снижения усиления. По данному таймеру принимается решение, что помеха была кратковременной и усиление можно восстановить. Однако факт срабатывания системы зафиксирован в счетчике событий.
5. **Тсброса = 3час** – это время таймера сброса счетчика событий. Диапазон возможных значений – от 3 до 48 часов. Типичные значения – 3...12 часов. Таймер устанавливается на время, достаточное, чтобы система смогла отключить ретранслятор в случае нестабильной работы. Например: время снижения 10 минут и время восстановления 15 минут дают в сумме длительность цикла 25 минут. Время цикла надо умножить на максимальное количество срабатываний, например 5, тогда минимальное время, за которое система может отключить ретранслятор, составит 125 минут. Время сброса должно быть установлено в полтора-два раза большим, чем минимально возможное время отключения, для приведенного примера – не менее 3-х часов. Если этот таймер успевает досчитать, то принимается решение, что срабатывания системы не были вызваны самовозбуждением ретранслятора и счетчик событий может

быть обнулен, как если бы ретранслятор был выключен и снова включен.

6. **К-во сраб.=Зраз** - это пороговое количество срабатываний системы защиты (счетчика событий) за период установленного времени таймера сброса. Диапазон возможных значений – от 2 до 10 раз. Типичные значения – 3...5 раз, устанавливается в зависимости от частоты случаев, описанных для таймера снижения усиления (продолжительные телефонные разговоры абонентов около антенны).

- **Меню «Контроль режимов»** предназначено для проверки напряжений в контрольных точках блоков ретранслятора.

**PS12,0V** – напряжение питания от внешнего источника, допустимый диапазон значений для нормального функционирования – 11,0...13,0V.

**Vcc** допустимый диапазон значений для нормального функционирования – 11,0...13,0V.

**PA9,0V** – напряжение питания усилителей, допустимый диапазон значений для нормального функционирования – 8,5...9,1V.

**uC5,00V** – напряжение питания блока управления, допустимый диапазон значений – 4,50...5,50V.

Уход значений за указанные пределы свидетельствует о проблемах в электроснабжении или выходе из строя внешнего блока питания или узлов самого ретранслятора. В таких случаях, требуется вызывать специалистов, производивших монтаж, для принятия решения о ремонте или замене неисправного оборудования или устранения проблем электроснабжения.

- **Меню «Контраст ЖКД»** предназначено для коррекции контрастности дисплея при сильном отклонении температуры помещения от номинального +25°C.

- **Меню «Выбор языка»** позволяет выбрать русский или английский язык меню.

## 1.4 КОМПЛЕКТАЦИЯ И ДОПОЛНИТЕЛЬНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

Стандартный комплект поставки ретранслятора PicoCell 900 SXA:

Наименование	Количество
Ретранслятор	1
Сетевой адаптер питания ~220В / 12В 3А	1
Комплект крепежа к стене	1
Руководство по эксплуатации, паспорт.	1

**ВНИМАНИЕ! Допускается использовать адаптер питания только из комплекта поставки! Выход ретранслятора из строя вследствие использования нештатного питания приводит к потере гарантии!**

Для обеспечения связи в нескольких помещениях можно установить до пяти-шести абонентских антенн, соединяемых между собой через разветвители сигнала (PicoCoupler или DirectionalCoupler). Антенны, разветвители и кабели не входят в комплект ретранслятора, поэтому следует предварительно рассчитать требуемое количество компонентов системы.

## 2. ТЕХНИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ

Параметр	Канал	
	«БС– телефон»	«Телефон–БС»
Диапазон рабочих частот, МГц:	935–960 МГц	890–915 МГц
Максимальное усиление, не менее, дБ	70	60
Диапазон регулировки усиления (одно- временно в обоих каналах), не менее, дБ	45 ... 70	35 ... 60
Точность установки усиления, не более, дБ	± 1	± 2
Максимальная выходная мощность, не менее, дБм (мВт)	20 (100)	20 (100)
Точка пересечения комбинационных продуктов 3-го порядка при максимальной выходной мощности, не менее, дБм	44	44
Глубина регулировки схемы автоматического ограничения уровня выходной мощности раздельно в каналах, не менее, дБ	30	30
Номинальный уровень сигнала на входе ретранслятора со стороны базовой станции, при котором обеспечивается номинальная площадь зоны покрытия, дБм	минус 45..70	–
Максимальный допустимый уровень входного сигнала для одного частотного канала, дБм	минус 35	–
Волновое сопротивление ВЧ разъемов, Ом	50	
Максимальный допустимый уровень КСВ на ВЧ разъемах ретранслятора в рабочих полосах частот каналов, не более	3	
Неравномерность АЧХ каждого канала в рабочей полосе частот, не более, дБ	±3	
Коэффициент шума при максимальном усилении, не более, дБ	6	
Питание через штатный адаптер (12 В / 3 А) от сети переменного тока	100...240 В / 50...60 Гц (макс. потребляемый ток 1,3 А)	
Потребляемая мощность от сети, не более, Вт	20	
Габаритные размеры (Ш×В×Г), мм	167×240×85	
Масса ретранслятора (без адаптера питания), кг	2	
Температура окружающей среды при эксплуатации в круглосуточном непрерывном режиме	от+5 до +40°С при относительной влажности до 95% без образования конденсата	

### **3. УСТАНОВКА И ПУСКОНАЛАДОЧНЫЕ РАБОТЫ**

**ВНИМАНИЕ! ВО ИЗБЕЖАНИЕ ВЫХОДА РЕТРАНСЛЯТОРА ИЗ СТРОЯ, КОММУТАЦИЯ АНТЕНН И ВЧ КАБЕЛЕЙ ДОЛЖНА ПРОИЗВОДИТЬСЯ ТОЛЬКО ПРИ ВЫКЛЮЧЕННОМ ПИТАНИИ!**

#### **3.1 ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ К РАЗМЕЩЕНИЮ АНТЕНН И РЕТРАНСЛЯТОРА**

Наружная антенна, устанавливается на мачте, на крыше или на стене здания в месте, обеспечивающем наибольший уровень сигнала базовой станции самого удаленного оператора сотовой сети. Необходимо таким образом произвести «выравнивание» уровней сигналов всех операторов.

Предварительный выбор места установки осуществляется с использованием специальных измерительных приборов или, как минимум, с помощью сотового телефона, подключенного к внешней антенне и работающего в “сервисном” режиме (т.е. настроен на соответствующие управляющие каналы диапазона GSM-900, индицирует уровни и качество принимаемых сигналов).

В случае работы на открытой местности антенна, направленная к абонентам, устанавливается на мачте, стене здания или в другом удобном месте и ориентируется в направлении зоны обслуживания.

В случае работы внутри здания абонентские антенны устанавливаются на стенах или на потолках помещений в местах, обеспечивающих наименьшую длину кабелей разводки ВЧ сигнала и удаленность абонентских телефонов от антенн на расстояние не менее 1м во избежание перегрузки ретранслятора. Для выполнения санитарных требований, суммарная мощность, подводимая к антеннам расположенным ближе 2м от абонентов не должна превышать 10мВт (+10дБм).

Антенны ориентируются с целью наилучшего покрытия помещения. Наилучшее расположение панельных антенн AD806-01P – горизонтально около плинтуса или потолка, для потолочных антенн – в центре потолка.

Для нормальной работы ретранслятора должна обеспечиваться максимально возможная электромагнитная экранировка между антеннами с учетом затухания в подводящих кабелях. Уровень экранировки должен быть как минимум на 20 дБ больше, чем установленное усиление ретранслятора.

Это условие можно обеспечить следующими методами:

- использованием направленных свойств антенн (подавление заднего лепестка диаграммы направленности наружной антенны более 15 дБ, внутренней панельной антенны – около 10 дБ),
- использованием экранирующих свойств конструкций зданий (железобетонные стены, железобетонные перекрытия и толстые кирпичные стены вносят затухание порядка 25...35 дБ, металлическая кровля крыши в хорошем состоянии создает практически полную экранировку),
- пространственным разнесом антенн (затухание при вертикальном разноре 10 метров примерно равно 50 дБ).

Длина кабеля между выходом ретранслятора и антенной, должна быть минимальной для получения наибольшего радиуса зоны покрытия.

В случаях, когда неизбежно получается большая длина кабеля, например, из-за особенностей планировки помещений или из-за требований к фасаду здания, следует выбирать марку кабеля с меньшими потерями, по крайней мере, для его наибольшей (магистральной) части.

При монтаже ретранслятора следует добиваться свободного прохождения охлаждающего воздуха между пластинами радиатора. Нельзя устанавливать ретранслятор в замкнутом пространстве (например, внутри шкафов или в закрываемых нишах с малым объемом воздуха), а также вблизи отопительных приборов, т.к. это может привести к его перегреву и выходу из строя.



## 3.2. ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЕ МОНТАЖНЫЕ РАБОТЫ

На рисунке 6 изображена упрощенная последовательность предварительных монтажных работ. Основные назначения предварительного монтажа – определение достижимого качества работы системы и допустимость использования ретранслятора на объекте.

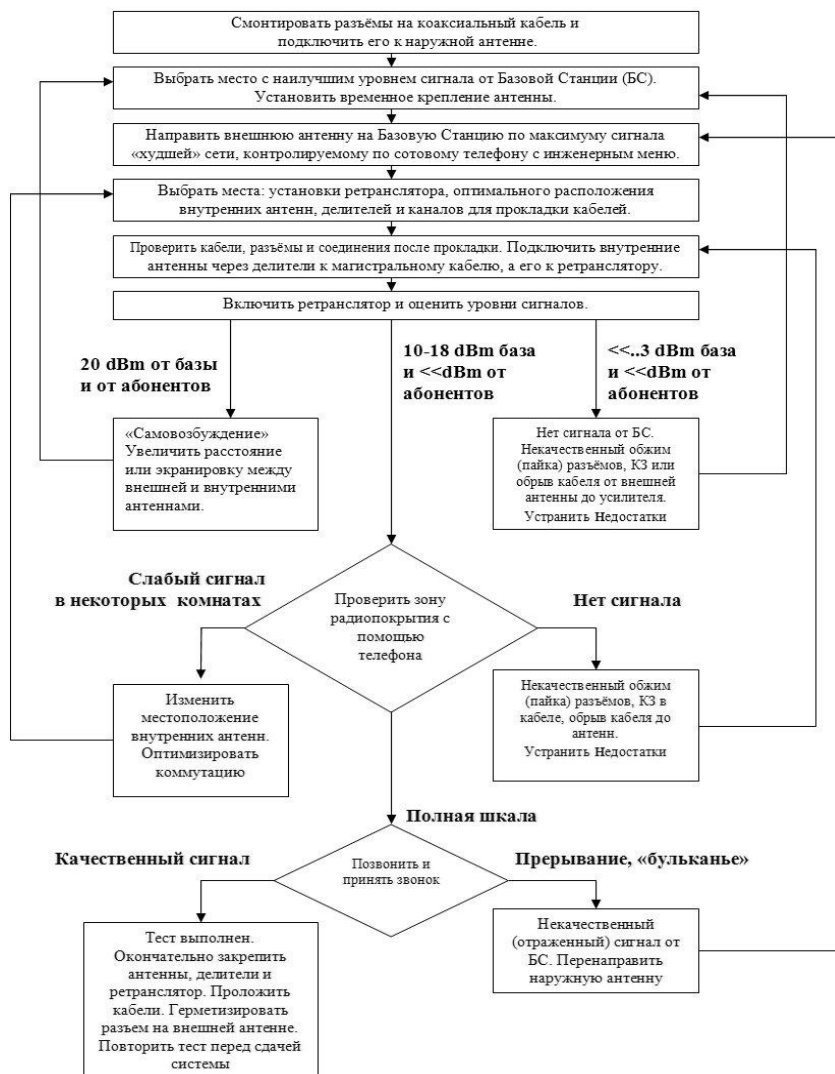


Рисунок 6. Предварительные монтажные работы

### 3.3. ЗАВЕРШАЮЩИЕ МОНТАЖНЫЕ РАБОТЫ

3.3.1. Установите ретранслятор на вертикальной ровной поверхности разъемом питания вниз с помощью крепежных отверстий, расположенных на корпусе. Должно обеспечиваться свободное прохождение воздуха вдоль радиатора на задней стенке корпуса ретранслятора. Не следует устанавливать ретранслятор и адаптер питания вблизи отопительных приборов во избежание их перегрева.

3.3.2. Закрепите антенны и проложите от них ВЧ кабели к ретранслятору. Разъемное соединение кабеля с наружной антенной (направленной на базовую станцию) необходимо тщательно герметизировать специальными средствами: силиконовым герметиком или гермолентой. Подсоедините к кабелю антенны направленной на базовую станцию сотовый телефон, работающий в инженерном («сервисном») режиме, проверьте наличие сигналов базовых станций. Направьте антенну по максимуму сигнала базовых станций нужных операторов связи. Если требуются сигналы всех операторов, то рекомендуется направить антенну так, чтобы сигналы были максимально одинаковыми, т.е. следует направлять антенну на базовую станцию самого «ослабленного» (удаленного) оператора.


3.3.3. Присоедините разъемы кабелей от антенн к соответствующим разъемам ретранслятора (см. рис.1). Внутренние поверхности ВЧ разъемов должны быть чистыми. В случае попадания пыли или влаги внутрь ВЧ разъемов следует перед соединением протереть их ветошью или ватным тампоном, смоченными чистым спиртом и высушить.



3.3.4. Подключите адаптер к сети питания. Подключите шнур питания от адаптера к разъему ретранслятора. Шнур питания должен быть проложен свободно, без натяжения.

3.3.5. Приступайте к регулировке системы с учетом рекомендаций, приведенных в следующем разделе.

### 3.4. РЕКОМЕНДАЦИИ ПО РЕГУЛИРОВКЕ УСИЛЕНИЯ

3.4.1. Включите питание ретранслятора.

3.4.2. Установите усиление, достаточное для выхода ретранслятора на максимальную выходную мощность, но ниже срабатывания системы автоматической регулировки мощности (АРМ), так как при этом усиление автоматически снижается. Допускается кратковременное срабатывание АРМ (символ ) характерное изменяющемуся трафику базовых станций сотовых систем. Если уровня сигнала от базовой станции недостаточно, следует скорректировать направление наружной антенны по максимуму сигналов базовой станций нужного оператора связи.

3.4.3. Убедитесь в отсутствии самовозбуждения ретранслятора. Признаком самовозбуждения является наличие выходной мощности на базовую станцию (символ ) при отсутствии работающих телефонов абонентов. Если согласно измерениям или расчетам известно, что уровня сигналов от базовой станции недостаточно для того, чтобы ретранслятор «вышел на полную мощность», а индикатор ретранслятора (символ ) показывает полную шкалу, то это, как правило, указывает на самовозбуждение, либо сигнал от базовых станций других операторов существенно выше того, для которого делался расчет.

3.4.4. Удобно пользоваться следующим методом: при увеличении усиления на 1..2 дБ уровень выходной мощности также должен увеличиться на 1..2 дБм; если происходит скачок мощности на 3..4 дБм и более, то это означает наступление неустойчивости или порог самовозбуждения. Для устойчивой работы ретранслятора рекомендуется установить усиление на 3..5 дБ ниже того значения, при котором происходит «скачок» мощности.

3.4.5. Проверьте работу ретранслятора, используя сотовый телефон в сервисном режиме. При необходимости выполните окончательную ориентацию или перестановку антенн для обеспечения наилучших условий связи всех требуемых сотовых операторов связи.

### 3.5. РЕКОМЕНДАЦИИ ПО РАСЧЕТУ СИСТЕМЫ

#### 3.5.1. ПОЛУЧЕНИЕ ИСХОДНЫХ ДАННЫХ

В рамках данного раздела представляется возможным привести только методические рекомендации и примеры простых расчетов по графикам. Расчет по графикам сильно упрощен и не учитывает многих факторов, но позволяет оценить как саму возможность установки системы, так и определить необходимое усиление антенн, тип ретранслятора и т.д.

На рисунке 5 приведены зависимости распространения (затухания) радиосигналов сотовых систем GSM-900 от удаления приемника от передатчика и от условий приема. Этими графиками удобно пользоваться как при расчете приемного сигнала ретранслятора (ретранслятор является приемником сигналов базовых станций), так и при расчете его зоны покрытия (ретранслятор рассматривается как передатчик усиленных сигналов).

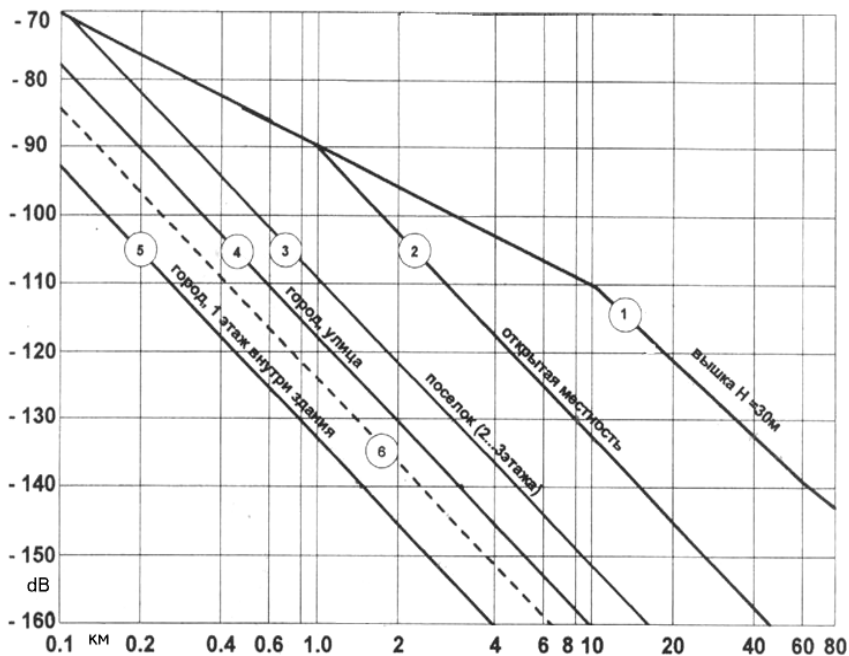


Рисунок 7. Распространение радиосигналов сотовых систем GSM-900.

Наилучшим методом получения исходных данных является измерение на объекте. При отсутствии специальной измерительной техники для получения примерных величин можно использовать сотовый телефон с включенным инженерным меню. Необходимо измерить уровни всех контрольных и голосовых каналов, так как для близко расположенных базовых станций могут создаваться шумовые помехи снижающие чувствительность их приемников, кроме того, их сигналы могут перегрузить ретранслятор.

### 3.5.2. ПРИМЕР РАСЧЕТА СИСТЕМЫ

Расчет энергетики достаточно прост:

1) Типичная эквивалентная излучаемая мощность (ЭИМ) базовой станции (БС) составляет +50дБм на 1 частотный канал, каждое удвоение каналов дает +3 дБ. Для примера берем типичный случай: 1 контрольный и 3 голосовых, итого 4-е частотных канала, т.е.  $+50+3+3=56$  дБм. И это самая близкая БС к ретранслятору, т.е. другие БС не мешают.

2) Затухание на интервале 5 км между БС и антенной ретранслятора определяем по графику (или измеряем), допустим, для вышки 3.4 м это будет примерно 120 дБ.

3) Усиление приемной антенны 14 дБ, потери в кабеле 3 дБ.

Суммируем:  $+56-120+14-3=-53$  дБм (на входе ретранслятора). Измерения должны показать уровень минус 59..60 дБм на контрольном канале, плюс поправка на 4-е канала +6 дБ.

4) Максимальное усиление ретранслятора +65 дБ.

Тогда выходная мощность будет  $-53+65=+12$  дБм (~16мВт) и ограничения мощности не будет. Таким образом, на каждый частотный канал придется по 4 мВт, или +6 дБм (подразумеваем, что уровни каналов на выходе ретранслятора одинаковые).

5) Усиление абонентской антенны +6 дБ, потери в кабеле 2 дБ.

ЭИМ ретранслятора для одного частотного канала:  $+6+6-2=+10$  дБм.

6) Минимальный уровень приемного сигнала для телефона берем минус 80 дБм, тогда допустимое затухание от абонентской антенны до телефона:  $+10 - (-80) = 90$  дБ.

7) Определить зону покрытия ретранслятора можно по рисунку 5 для открытой местности или по рисунку 6 по плану помещений. Вообще для помещений очень важно заранее определить места расположения и диаграммы направленности антенн и количество разветвителей, т.к. от этого зависят потери в кабелях разводки.

### 3.5.3. РЕКОМЕНДАЦИИ ПО РАСЧЕТУ ЭКРАНИРОВКИ АНТЕНН

На рисунке 6 приведен график затухания радиосигналов с частотой 900 МГц между двумя горизонтально разнесенными антеннами в прямой видимости и без учета их коэффициентов усиления и величин отношений «вперед–назад». Этим графиком удобно пользоваться при расчете степени экранировки между абонентскими антеннами и антенной направленной на БС для получения возможности установить необходимое (расчетное) усиление ретранслятора.

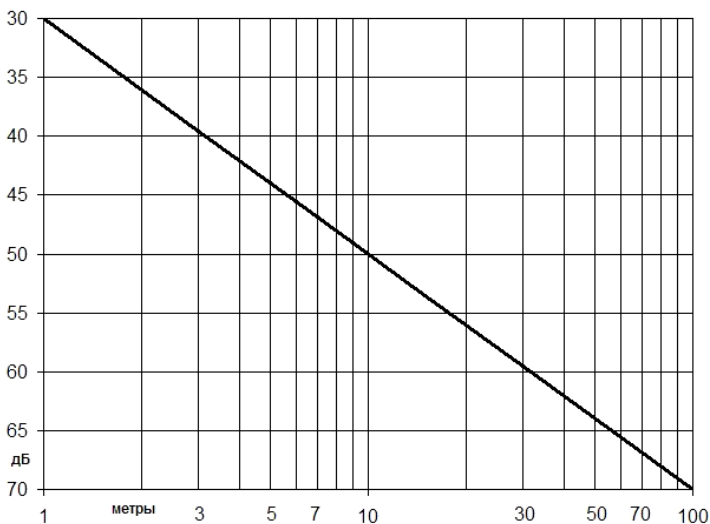


Рисунок 8. Зависимость затухания на частоте 900 МГц при горизонтальном разное дипольных антенн.

На практике, для повышения стабильности системы необходимо добиваться экранировки антенн на 20..30 дБ больше, чем установленное усиление ретранслятора. Степень экранировки антенн должна быть больше усиления, как минимум на 20 дБ, иначе система будет нестабильна и может самовозбуждаться, например, при дожде за счет изменения диаграммы заднего лепестка антенны расположенной на мокрой стене.

Для обеспечения экранировки часто используют экранирующие свойства различных конструкций зданий.

В таблице приведены экранирующие свойства типичных конструкций:

Тип конструкции	Величина затухания	Примечания
Деревянный сруб	$\leq 10$ дБ	Сухая древесина
Кирпичная стена в 1,5 кирпича	$\sim 30$ дБ	Без арматурной сетки
Кирпичная стена в 2 кирпича	$\sim 35$ дБ	Без арматурной сетки
Железобетонная стена (панель)	35..50 дБ	Зависит от толщины стены и плотности арматуры
Железобетонное перекрытие	$\geq 40$ дБ	Зависит от арматуры
Сплошная металлическая кровля крыши	60..90 дБ	Зависит от состояния и качества швов
Металлическая сетка размером 3х3 м с ячейкой 3х3 см	20..40 дБ	Зависит от расположения относительно антенны

При расчете экранировки между антеннами обычно учитывается отношение «вперед–назад» антенны, как правило около 20 дБ относительно усиления вперед для антенн типа Yagi и больших панельных антенн и примерно 10 дБ для «комнатных» панельных антенн. У потолочных и штыревых антенн отношение «вперед-назад» отсутствует. Кроме того, на заднем лепестке антенны присутствуют два «провала» в диаграмме, примерно под углами  $120^\circ$  относительно главного (переднего) лепестка, поэтому антенны рекомендуется ориентировать не «спина к спине» ( $180^\circ$ ), а под углом  $120^\circ$ .

### 3.5.4 ВОЗМОЖНОЕ ОТРИЦАТЕЛЬНОЕ ВЛИЯНИЕ СИСТЕМЫ

**Помните!** Ретранслятор – это ультралинейное устройство, предназначенное для компенсации затухания сигналов между телефоном и базовой станцией (некое подобие бинокля, одна половина которого наведена на базовую станцию, а другая на абонентов).

При правильной настройке ретранслятора базовая станция не «замечает» наличия ретранслятора в системе, но абоненты, попадающие в зону его действия, становятся «ближе». Однако при возбуждении ретранслятор из «прозрачного» устройства становится источником радиопомех для сотовой сети. Эти помехи мешают работать близко расположенным базовым станциям. Образно выражаясь, ретранслятор при возбуждении превращается из сфокусированной оптики, «приближающей» абонентов, в мощный прожектор, «ослепляющий» все базовые станции, на которые направлена его антенна.

Для устранения долговременной работы в режиме возбуждения ретранслятор снабжен системой защиты сети, которая отслеживает работу канала «телефон – базовая станция». Если эта система защиты периодически срабатывает и отключает ретранслятор, то это означает, что СИСТЕМА УСТАНОВЛЕНА ИЛИ НАСТРОЕНА НЕКОРРЕКТНО! Допускается отключение системы защиты сети, только если в зоне действия ретранслятора находится большое количество абонентов (рестораны, торговые залы, выставочные площадки и т.п.) и они могут создавать долговременную непрерывную мощность на базовые станции. Однако опытный специалист и в этом случае может настроить ее параметры так, чтобы не происходило ложных срабатываний и отключений.

Принцип работы системы защиты описан в предыдущих разделах.

Для проверки стабильности системы рекомендуется проверить полное отсутствие сигналов, временно подключив ретранслятор разъемом BS к абонентским антеннам, а разъемом MS – к базовым станциям. Если сигналы отсутствуют – развязка антенн при данном усилении достаточна.



## **4. ЭКСПЛУАТАЦИЯ**

### **4.1 ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ**

4.1.1. При получении ретранслятора убедитесь в наличии полного состава комплекта и в отсутствии внешних повреждений.

4.1.2. При установке ретранслятора должно быть обеспечено свободное прохождение воздуха вдоль радиатора охлаждения на задней стенке корпуса. В процессе эксплуатации следите за тем, чтобы там не скапливались пыль и мусор.

### **4.2 УКАЗАНИЯ МЕР БЕЗОПАСНОСТИ**

4.2.1. При работе с ретранслятором необходимо соблюдать правила техники безопасности при работе с электрорадио- и СВЧ приборами.

4.2.2. Перед включением ретранслятора проверяйте исправность сетевого шнура и адаптера питания.

### **4.3 ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ И ХРАНЕНИЕ**

4.3.1. Допускается транспортирование ретрансляторов всеми видами транспорта в упаковке при условии защиты от воздействия прямых атмосферных осадков. Климатические условия транспортирования:

- температура окружающего воздуха от -40 до +50°C;
- относительная влажность воздуха до 98% при температуре +35°C.

4.3.2. Допускается кратковременное (гарантийное) хранение ретрансляторов в торгующей организации сроком до 6 месяцев от даты выпуска согласно паспорту и/или маркировки изделия. Ретрансляторы должны храниться в отапливаемом помещении в следующих условиях:

- температура окружающего воздуха от +5 до +40°C;
- относительная влажность воздуха до 85% при температуре +25°C без образования конденсата.