

**ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СВЯЗИ, ИНФОРМАТИЗАЦИИ И  
ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН  
ТАШКЕНТСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ**

*К защите  
Заведующий кафедрой*

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2013г.

***Выпускная  
квалификационная работа бакалавра***

на тему: **«ОСОБЕННОСТИ КОНТРОЛЯ РАДИОИЗЛУЧЕНИЯ  
СИСТЕМ СОТОВОЙ СВЯЗИ В БУХАРЕ».**

*Выпускник* \_\_\_\_\_ **Шодиев Б.В.**  
*подпись* *Ф.И.О.*

*Руководитель* \_\_\_\_\_ **Хатамов А.П.**  
*подпись* *Ф.И.О.*

*Консультант по БЖД* \_\_\_\_\_ *Ф.И.О.*  
*подпись*

***Ташкент-2013***

## ОГЛАВЛЕНИЕ

<b>ВВЕДЕНИЕ .....</b>	<b>7</b>
<b>Глава 1. ОСОБЕННОСТИ КОНТРОЛЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ПОЛЕЙ, СОЗДАВАЕМЫХ БЕСПРОВОДНЫМИ СИСТЕМАМИ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИИ .....</b>	<b>11</b>
1.1. Свойство электромагнитных полей .....	11
1.2. Источники электромагнитных полей .....	18
1.3. Задачи и особенности контроля электромагнитных полей. ....	23
<b>Глава 2. Методы и технические основы контроля электромагнитных полей.....</b>	<b>28</b>
2.1. Обзор основных методов контроля электромагнитных полей.....	28
2.2. Структура системы радио-контроля .....	30
2.3. Факторы влияющие на качество работы сотовых систем связи. ....	33
<b>Глава 3. Особенности и задачи контроля радиоизлучения систем сотовой связи в Бухаре .....</b>	<b>39</b>
3.1. Задачи контроля работы сотовой связи в Бухаре.....	39
3.2. Оборудование, используемое ЦЭМС Бухары для контроля электромагнитных полей сотовых операторов. ....	45
3.3. Экспериментальные данные, полученные в ходе измерений электромагнитного поля сотового оператора “ Uz-mobile” в городе Бухара.....	59
Пеленгационный процессор может работать в трех режимах. ....	60
<b>Глава 4. Безопасность жизнедеятельности.....</b>	<b>64</b>
4.1. Что такое ЭМП, его виды и классификация .....	64
4.2. Как действует ЭМП на здоровье.....	67
4.3. Как защититься от ЭМП.....	69
<b>Заключение .....</b>	<b>84</b>
<b>Литература .....</b>	<b>88</b>

## ВВЕДЕНИЕ

Все большее значение приобретает ускоренная реализация мер и проектов в сфере информационно-коммуникационных и телекоммуникационных технологий. Мы должны отдавать себе отчет, что без кардинального, я бы сказал взрывного продвижения по пути широко внедрения во все сферы экономики, в нашу повседневную жизнь современных информационно-коммуникационных систем трудно видеть перспективу. Нам необходимо в кратчайшее время не только устранить имеющее место отставание по многим видам оказания информационных услуг, но и выйти в разряд передовых стран с высоким уровнем внедрения информационно-коммуникационных технологий.

Предстоит завершить строительство более 2 тысяч километров волоконно-оптических сетей широкополосного доступа по современной технологии с предоставлением услуг видеотелефонии, Интернет-телевидения, высокоскоростного Интернета, просмотра каналов HDTV и других.

Вновь созданному Государственному комитету связи, информатизации и телекоммуникационных технологий как главному координирующему органу в этой сфере необходимо взять под жесткий контроль реализацию принятой в прошлом году Программы дальнейшего внедрения и развития информационно-коммуникационных технологий, систематически информировать Правительство о результатах ее выполнения. При этом особое внимание следует обратить на ускорение разработки Концепции и комплексной программы формирования системы «Электронное правительство», включая управленческие процессы, а также процессы оказания государственных услуг бизнесу и гражданам, создание Национальной системы, интегрирующей межведомственные и ведомственные комплексы информационных систем.

Сотовая связь, сеть подвижной связи — один из видов мобильной радиосвязи, в основе которого лежит сотовая сеть. Ключевая особенность заключается в том, что общая зона покрытия делится на ячейки (соты), определяющиеся зонами покрытия отдельных базовых станций (БС). Соты частично перекрываются и вместе образуют сеть. На идеальной (ровной и без застройки) поверхности зона покрытия одной БС представляет собой круг, поэтому составленная из них сеть имеет вид шестиугольных ячеек (сот).

Сеть составляют разнесённые в пространстве приёмопередатчики, работающие в одном и том же частотном диапазоне, и коммутирующее оборудование, позволяющее определять текущее местоположение подвижных абонентов и обеспечивать непрерывность связи при перемещении абонента из зоны действия одного приёмопередатчика в зону действия другого.

Сотовая связь в Узбекистане практически является ровесницей независимости, потому что в августе 1991 года при непосредственном учредительстве Министерства связи и при поддержке Правительства Республики Узбекистан было создано совместное узбекско - американское предприятие по предоставлению услуг сотовой связи — компания «Уздунробита».

На тот момент это было первое предприятие сотовой связи не только в Узбекистане, но и вообще в Центральной Азии, и одно из первых среди стран СНГ.

Первый звонок с использованием сотовой связи в нашей стране сделал президент Узбекистана Ислам Каримов в августе 1992 года, когда была торжественно открыта коммерческая эксплуатация сети сотовой связи СП «Уздунробита».

Первым мобильным стандартом, в котором работал тогда еще единственный сотовый оператор в Узбекистане, был аналоговый стандарт NMT 450.

В течение 1996 года на рынке сотовой связи Узбекистана появилось сразу пять новых операторов, которые с 1997 года приступили к коммерческой эксплуатации своих сотовых сетей.

Если говорить о стандартах, то в 1997 году на рынке работали 6 операторов, которые использовали два наиболее популярных в мире стандарта Digital AMPS (IS-136) и GSM.

В сентябре 2001 года была запущена в эксплуатацию сотовая сеть Perfectum Mobile СП «Rubicon Wireless Communication» стандарта CDMA.

В 2004 году был создан филиал Uzbektelecom Mobile акционерной компании «Узбектелеком», который с 2005 года приступил к оказанию услуг беспроводного радио-доступа в стандарте CDMA-450.

С этого же 2005 года приступила к расширению своей сети по регионам Узбекистана сотовая сеть Perfectum Mobile.

В ноябре 2005 года состоялось знаменательное событие — в Узбекистане был зарегистрирован первый миллион абонентов сотовой связи. С этого момента сотовая связь в Узбекистане, как и во всем мире, стала доступна самым широким массам по всему Узбекистану.

Выступая на заседании Кабинета Министров Республики Узбекистан 21 января 2011 года Президент Узбекистана Ислам Каримов отметил: «Особое значение мы придаем развитию современных видов услуг, таких как сотовая связь, интернет, видеотелефония, цифровое телевидение, современные банковские продукты, лизинг, страхование, аудит, инжиниринг и другие. Сегодня страна входит в первую десятку стран мира по индексу развития мобильной связи. Сотовая связь сегодня является наиболее быстроразвивающейся и конкурентной отраслью рынка связи Узбекистана. Услуги сотовой связи на рынке Узбекистана предлагаются компаниями — МТС-Узбекистан (ИП «Уздунробита»), ООО «Unitel» (торговая марка «Билайн»), СП «RWC» (торговая марка Perfectum Mobile), ИП ООО «Coscom» (торговая марка Ucell) и филиал UzMobile АК «Узбектелеком». Услуги мобильной связи предоставляются

в стандартах CDMA-450, CDMA 2000 1X GSM-900, GSM-1800, а также IMT-2000/UMTS (WCDMA). В настоящее время операторами мобильной связи активно внедряются дополнительные услуги для пользователей мобильной связи, в частности, таких как мобильный интернет, SMS - сообщение и другие.

Сегодня отчетливо видна динамика роста в плотности абонентов мобильной сотовой связи в стране — на начало 2012 года на каждые 100 жителей Узбекистана приходилось 86,6 абонента сотовой связи.

Развитие сотовой связи продолжается. 28 июля 2010 года компания МТС-Узбекистан сообщила всем своим абонентам, что она одной из первых в СНГ и в Центральной Азии запустила сеть четвертого поколения (LTE) в Узбекистане в тестовую эксплуатацию, тем самым став на тот момент одним из немногих операторов в мире, запустивших инновационную сеть новейшего стандарта сотовой связи.

Буквально на следующий день (29 июля 2010 года), еще один сотовый оператор Узбекистана — ИП ООО «Coscom» (предоставляющее свои услуги под торговой маркой Ucell) сообщило о запуске в тестовую эксплуатацию мобильной сети четвертого поколения 4G, работающей по протоколу LTE (Long-Term Evolution).

Сотовые операторы страны в 2011 году инвестируют значительные средства в расширение сетей 3G во всех регионах Узбекистана, с предоставлением своим абонентам высокоскоростного доступа в сеть интернет.

Данная работа посвящена рассмотрению контроля радиоизлучения систем сотовой связи в городе Бухаре.

# Глава 1. ОСОБЕННОСТИ КОНТРОЛЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ПОЛЕЙ, СОЗДАВАЕМЫХ БЕСПРОВОДНЫМИ СИСТЕМАМИ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИИ

## 1.1. Свойство электромагнитных полей

Существование электромагнитных волн было предсказано теоретически Максвеллом как прямое следствие из уравнений электромагнитного поля. К волновым свойствам ЭМП относят скорость распространения ЭМИ в пространстве ( $C$ ), частоту колебаний поля ( $f$ ) и длину волны ( $\lambda$ ). Скорость распространения всех видов ЭМИ равна в атмосфере примерно 300000 км в сек. Скорость электромагнитных волн в вакууме оказалась равной величине. Ее числовое значение почти совпало со скоростью света в вакууме, которое составляет  $3,15 \times 10^8$  м/с.

Другое важное совпадение в свойствах электромагнитных волн и света обусловлено поперечностью волн. Поперечность электромагнитных волн следует из уравнений Максвелла, а поперечность световых волн – из экспериментов по поляризации света (Юнг 1817г.). Эти два факта привели Максвелла к заключению, что свет представляет собой электромагнитные волны.

Взаимодействие между заряженными частицами и телами осуществляется через электромагнитное поле (ЭМП), которое определяется как особый вид материи, характеризующийся способностью распространяться в вакууме со скоростью, близкой к  $3 \cdot 10^8$  м/с, и оказывающий воздействие на заряженные частицы. ЭМП представляет собой единство двух своих составляющих – электрического и магнитного полей. В каждой точке пространства, где имеет место ЭМП, оно характеризуется величиной и направленностью векторов:

Переменное ЭМП является совокупностью двух взаимосвязанных полей: электрического ( $E$ , В/м) и магнитного ( $H$ , А/м).

Характеристики ЭМП: длина волны  $\lambda$ , [м]; частота колебаний  $f$ , [Гц]; скорость распространения  $C$ , м/с (рис. 1).

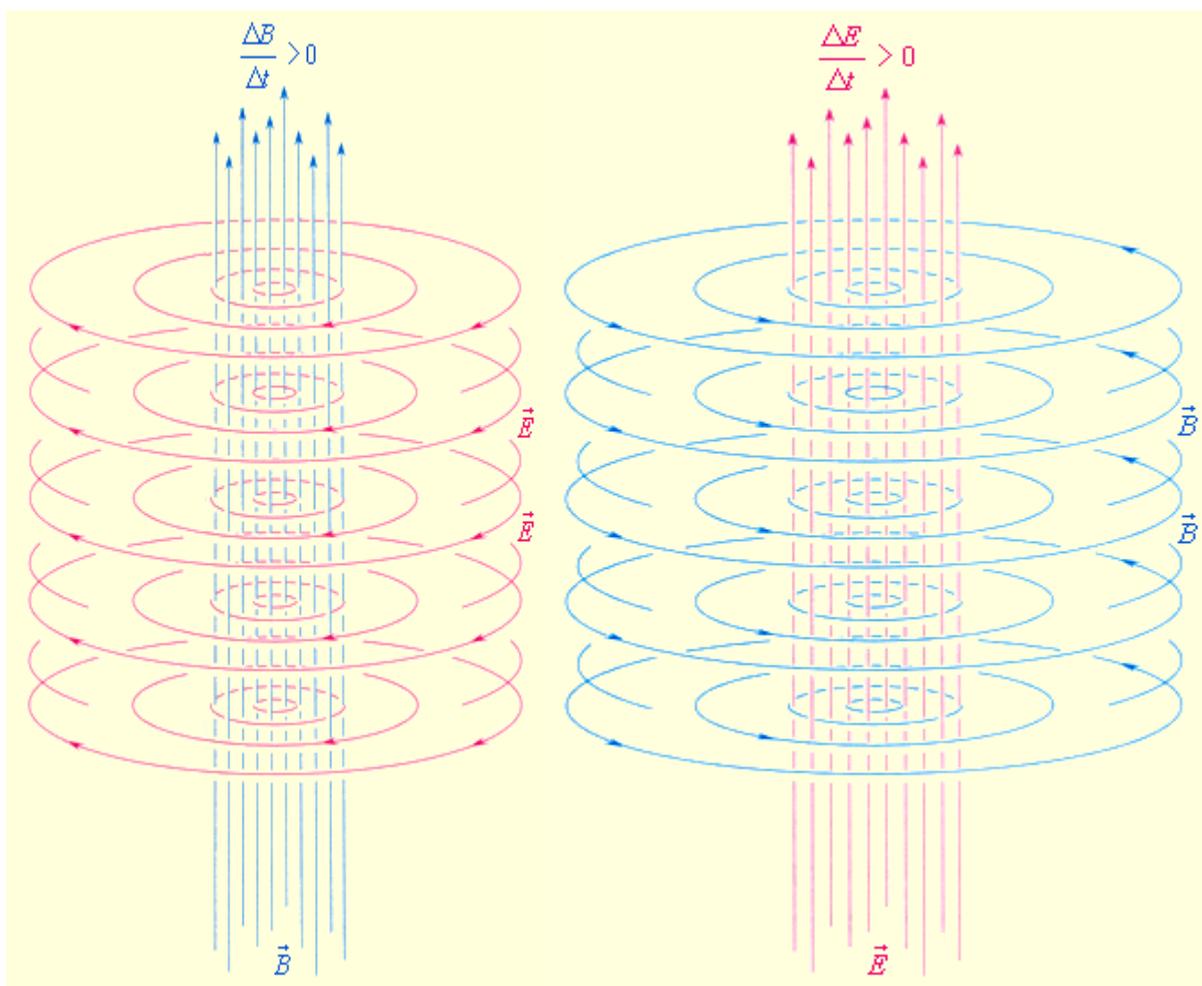


Рис 1. Направление электро-магнитного поля

$$\lambda = C/f.$$

Длина электромагнитных волн бывает самой различной: с длиной волны от более чем 10000м до 0,005м Свет составляет ничтожную часть широкого спектра электромагнитных волн. Тем не менее именно при изучении этой малой части спектра были открыты другие излучения с необычными свойствами.

Принципиального различия между отдельными излучениями нет. Все они представляют собой электромагнитные волны, порождаемые ускоренно движущимися заряженными частицами. Обнаруживаются

электромагнитные волны в конечном счете по их действию на заряженные частицы. Границы между отдельными областями шкалы излучений весьма условны.

Радиоволны различных частот и с различными длинами волн по-разному поглощаются и отражаются средами, проявляют свойства дифракции и интерференции.

### **Понятие электро-магнитного поля (ЭМП)**

В ЭМП состоит из двух составляющих:

Электрическое поле оказывает силовые воздействия на неподвижные электрические заряды.

Магнитное поле действует на движущиеся частицы и тела. В постоянном поле электрическое и магнитное поля существуют отдельно. Они не могут быть использованы в телекоммуникации.

В телекоммуникации используют переменные во времени поля. В таких полях электрическое и магнитное поля не могут быть отдельно друг от друга

$$W=mc^2$$

$E$  – напряженность электрического поля;  $D$  – электрическое смещение (электрическая индукция);  $H$  – напряженность магнитного поля и  $B$  – магнитная индукция. В общем случае нестационарного и неоднородного поля эти векторы являются не только функциями координат, но и времени

$$E=E(\mathbf{x}_i, t), D=D(\mathbf{x}_i, t), H(\mathbf{x}_i, t), B=B(\mathbf{x}_i, t).$$

Единицы измерения напряженности электрического поля согласно международной системе – вольт на метр (В/м), электрической индукции –

кулон на квадратный метр (Кл/м<sup>2</sup>), напряженности магнитного поля – ампер на метр (А/м), магнитной индукции – тесла (Тл).

Векторы  $E$  и  $B$  однозначно определяются силовым воздействием поля на пробный заряд  $q_n$  (точечный малый заряд, не изменяющий исследуемое поле), вектор напряженности электрического поля  $E$  определяется как сила, действующая на неподвижный ( $v = 0$ ) единичный заряд

$$\mathbf{E} = \frac{\mathbf{F}}{q_n}$$

Вектор индукции магнитного поля  $B$  определяется (добавочной) силой Лоренца

$$\mathbf{F}_L = q_n [\mathbf{vB}]$$

Под действием этой силы заряд движется по окружности постоянного радиуса в плоскости, перпендикулярной вектору  $B$  (Рис. 2).

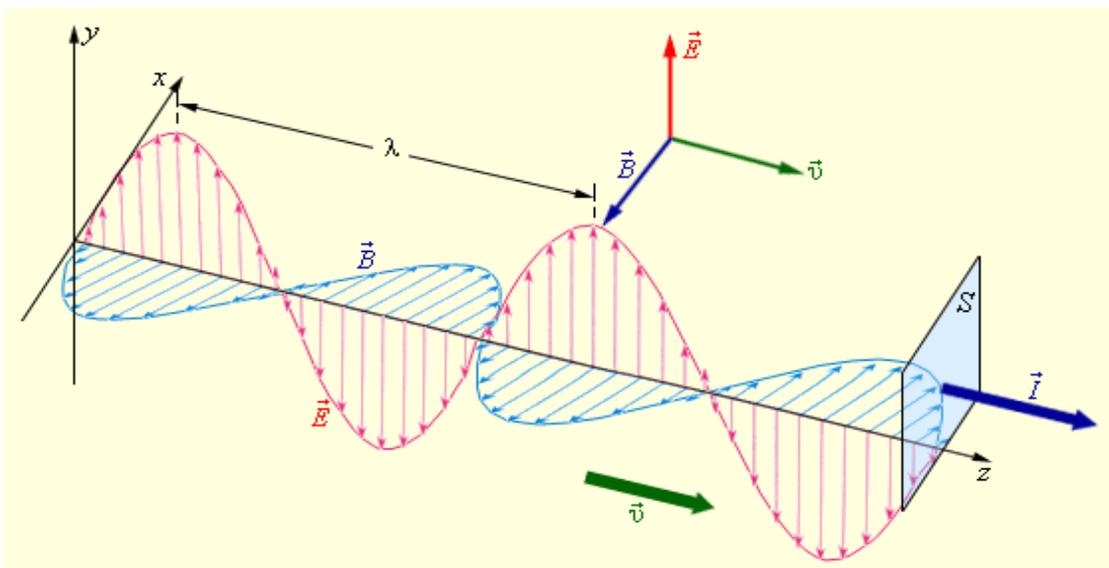


Рис 2. силовые линии ЭМП

Электромагнитное поле наглядно можно представить с помощью силовых линий. Линии, в любой точке которых направление вектора  $E$  совпадает с касательной, называют электрическими силовыми линиями. Линии, в любой точке которых направление вектора  $B$  совпадает с касательной, называют силовыми линиями магнитной индукции. Силовые линии характеризуют не только направление, но и величину поля, так как число силовых линий на единицу площади, перпендикулярной силовым линиям, пропорционально напряженностям поля.

Электромагнитное поле можно характеризовать так называемыми электромагнитными потенциалами – векторным потенциалом  $A$  и скалярным потенциалом  $\varphi$ . Эти величины связаны с векторами  $E$  и  $B$  следующим образом:

$$\mathbf{E} = -\mathit{grad}\varphi - \frac{\partial \mathbf{A}}{\partial t},$$

$$\mathbf{B} = \mathit{rot}\mathbf{A}$$

т. е. электрическое поле создается зарядами и изменением во времени магнитного поля; поле магнитной индукции имеет соленоидальный характер.

Среда, в которой происходят электрические и связанные с ними магнитные явления, характеризуется диэлектрической проницаемостью  $\epsilon$ , магнитной проницаемостью  $\mu$  и проводимостью  $g$ .

Связь векторов  $D$  и  $E$ ,  $B$  и  $H$  определяется свойствами среды. В вакууме

$$\mathbf{D} = \epsilon_0 \mathbf{E}, \mathbf{B} = \mu_0 \mathbf{H}.$$

где  $\epsilon_0 = 1/36\pi \cdot 10^{-9}$  Ф/м – электрическая постоянная;  $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7}$  Гн/м – магнитная постоянная.

Среда называется однородной, если параметры  $\epsilon$ ,  $\mu$  и  $g$  не зависят от координат, линейной, – если эти параметры не зависят от величины векторов  $E$  и  $H$ , и изотропной (в электромагнитном смысле), – если параметры  $\epsilon$ ,  $\mu$  являются скалярными величинами, т. е. не зависят от направления векторов  $E$  и  $H$ .

Среда называется неоднородной, если  $\epsilon$ ,  $\mu$  зависят от координат; нелинейной, – если хотя бы один из этих параметров зависит от напряженности поля, и анизотропной, – если свойства среды зависят от направления векторов поля. В последнем случае параметры среды являются тензорными.

В общем случае уравнения состояния среды имеют вид:

$$\begin{aligned} \mathbf{D} &= \epsilon_0 \mathbf{E} + \mathbf{P} = \epsilon_a \mathbf{E}, \\ \mathbf{B} &= \mu_0 (\mathbf{H} + \mathbf{M}) = \mu_a \mathbf{H}, \\ \mathbf{J} &= \sigma (\mathbf{E} + \mathbf{E}^{CT}). \end{aligned}$$

В основу уравнений электромагнитного поля легли следующие экспериментально установленные законы и факты (рис. 3)

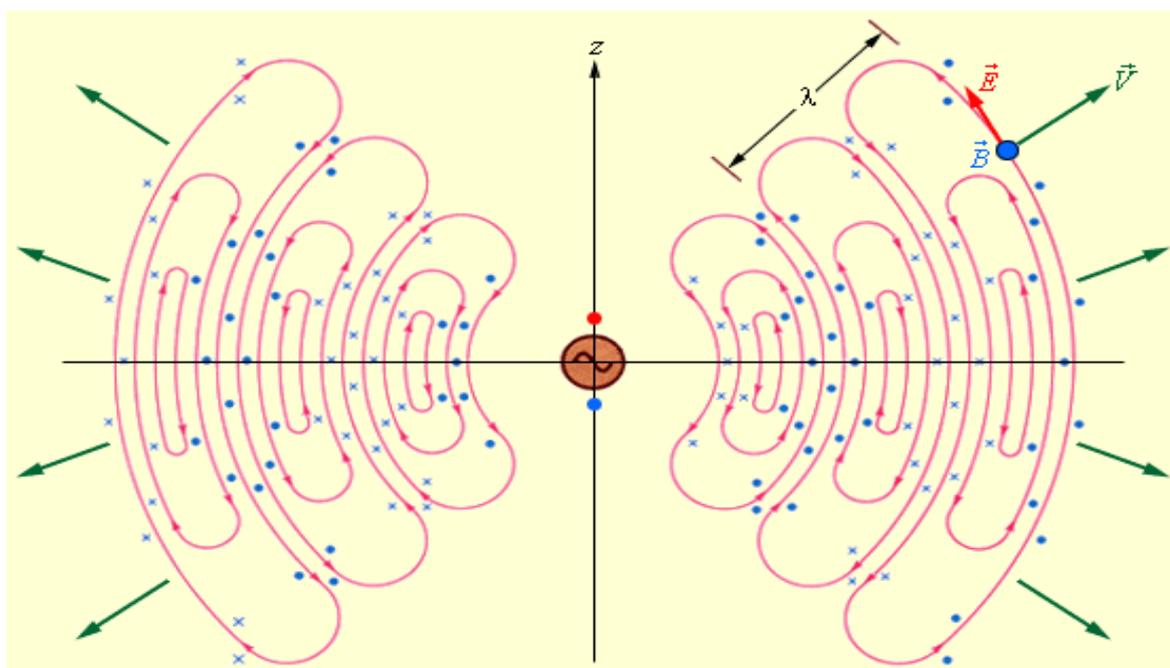


Рис 3. Распространение электро-магнитных волн

### 1. Закон о возбуждении магнитного поля – закон Ампера

$$\oint_L \mathbf{H} d\mathbf{l} = \sum_k \mathbf{i}$$

Циркуляция напряженности магнитного поля равна алгебраической сумме токов, охватываемых контуром. Этот закон указывает, что причиной существования магнитного поля является ток. Положительное направление обхода по контуру согласуется с положительным направлением нормали.

### 2. Закон электромагнитной индукции – закон Фарадея

$$\mathbf{e} = \int_L \mathbf{E} d\mathbf{l} = - \frac{\partial \Phi}{\partial t}.$$

Наводимая в контуре эдс, равная циркуляции напряженности электрического поля  $E$  вдоль всего контура проводника  $L$ , равна изменению во времени потока магнитной индукции  $\Phi$ , Вб, через площадь, ограниченную этим контуром. Это означает, что причиной создания электрического поля (эдс) является изменение магнитного потока во времени. Знак « $\leftarrow$ » в правой части равенства показывает, что направление индуцированной в проводнике эдс связано с направлением потока как направление вращения левого винта с его поступательным движением.

### 3. Закон взаимодействия электрических зарядов – закон Кулона.

Между двумя покоящимися зарядами действует сила, прямо пропорциональная произведению зарядов и обратно пропорциональная квадрату расстояния между ними. Эта сила направлена от одного заряда к другому:

$$\mathbf{F} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{|q_1||q_2|}{R^2}.$$

### 4. Отсутствие магнитных зарядов, аналогичных электрическим.

В основе электродинамики лежат дифференциальные уравнения Максвелла, которые тем не менее не пригодны для описания электромагнитных процессов на частотах, соответствующих волнам, длина которых  $\lambda$  сравнима с расстоянием между элементарными частицами вещества  $d$  (условие применимости уравнений Максвелла):

$$\mathbf{rotH}=\mathbf{J}+\frac{\partial\mathbf{D}}{\partial t}, \quad (1.1a)$$

$$\mathbf{rotE}=-\frac{\partial\mathbf{B}}{\partial t}, \quad (1.1b)$$

$$\mathbf{divD}=\rho, \quad (1.1в)$$

$$\mathbf{divB}=\mathbf{0} \quad (1.1г)$$

$$\mathbf{divJ}=-\frac{\partial c}{\partial t}. \quad (1.1д)$$

Формулы (1.1a)–(1.1г) называются уравнениями Максвелла и представляют пространственно-временное описание электромагнитного процесса, формула (1.1д) представляет закон сохранения заряда и называется уравнением непрерывности. Но эти уравнения не учитывают свойств среды, которые задаются зависимостью векторов  $D$ ,  $J$  и  $B$  от  $E$  и  $H$ .

Пространственные и временные характеристики электромагнитного поля зависят от движения заряженных тел. Это не простое соединение электрического и магнитного полей, а глубокое диалектическое единство качественно разнородных и одновременно тесно связанных между собой форм существования материи.

Обладает ли среда свойствами диэлектрика или магнетика зависит от того, находится она в покое или движении. Но это объясняется не качественным изменением параметров среды, а их относительностью.

## 1.2. Источники электромагнитных полей

Основным источникам ЭМП могут быть следующего вида:

- Природные источники электромагнитных полей.
- Антропогенные источники электромагнитных полей.

Природные источники электромагнитных полей делят на две группы.

Первая - поле Земли - постоянное электрическое и постоянное магнитное поле. Вторая группа - радиоволны, генерируемые космическими источниками (Солнце, звезды и т.д.), атмосферные процессы - разряды молний и т.д. Естественное электрическое поле Земли создается избыточным отрицательным зарядом на поверхности; его напряженность обычно от 100 до 500 В/м. Грозовые облака могут увеличивать напряженность поля до десятков, а то и сотен кВ/м. Вторая группа природных электромагнитных полей характеризуется широким диапазоном частот.

Магнитное поле Земли. Величина геомагнитного поля Земли меняется по земной поверхности от 35 мкТл на экваторе до 65 мкТл вблизи полюсов.

Электрическое поле Земли направлено нормально к земной поверхности, заряженной отрицательно относительно верхних слоев атмосферы. Напряжённость электрического поля у поверхности Земли составляет 120...130 В/м и убывает с высотой примерно экспоненциально. Годовые изменения ЭП сходны по характеру на всей Земле: максимальная напряжённость 150...250 В/м в январе-феврале и минимальная 100...120 В/м в июне-июле.

Атмосферное электричество – это электрические явления в земной атмосфере. В воздухе (ссылка) всегда имеются положительные и отрицательные электрические заряды – ионы, возникающие под действием радиоактивных веществ, космических лучей и ультрафиолетового излучения Солнца. Земной шар заряжен отрицательно; между ним и атмосферой имеется большая разность потенциалов. Напряжённость электростатического поля резко возрастает во время гроз. Частотный диапазон атмосферных разрядов лежит между 100 Гц и 30 МГц.

Внеземные источники включают излучения за пределами атмосферы Земли.

Биологический электромагнитный фон. Биологические объекты, как и другие физические тела, при температуре выше абсолютного нуля излучают

ЭМП в диапазоне 10 кГц – 100 ГГц. Это объясняется хаотическим движением зарядов – ионов, в теле человека. Плотность мощности такого излучения у человека составляет 10 мВт/см<sup>2</sup>, что для взрослого даёт суммарную мощность в 100 Вт. Человеческое тело также излучает ЭМП с частотой 300 ГГц с плотностью мощности около 0,003 Вт/м<sup>2</sup>.

Антропогенные источники также делятся на 2 группы:

Источники низкочастотных излучений (0 - 3 кГц).

Эта группа включает в себя все системы производства, передачи и распределения электроэнергии (линии электропередачи, трансформаторные подстанции, электростанции, различные кабельные системы), домашнюю и офисную электро- и электронную технику, в том числе и мониторы ПК, транспорт на электроприводе, ж/д транспорт и его инфраструктуру, а также метро, троллейбусный и трамвайный транспорт.

Как в производственной так и в бытовой сфере широко используются электромагнитные поля, как переменные так и постоянные. Их применяют для индукционной и диэлектрической термообработки различных материалов, очистки полупроводников, выращивания полупроводниковых кристаллов, ионизирования газов, получения плазмы, обработки деталей, поддержания разряда при сварке в инертных газах, для сварки и прессования систематических материалов.

Источниками излучения электромагнитной энергии являются ЛЭП с напряжением до 1150 кВ (рис. 4), открытые распределительные устройства, включающие коммутационные аппараты, устройства защиты и автоматики, измерительные приборы, соединительные шины и вспомогательные устройства (электрические поля промышленной частоты).



Рис 4. Антропогенные источники электромагнитных полей

Источники постоянных магнитных полей: электромагниты, соленоиды, импульсные установки, литые и металлокерамические магниты.

Электромагнитную энергию излучают мощные радио- и телевизионные станции. В радиоаппаратуре источниками излучения являются блоки передатчиков, устройства сложения мощностей, разделительные фильтры, антенные коммутаторы, антенные системы.

В установках индукционного и диэлектрического нагрева - плавильные или закалочные индукторы, трансформаторы, конденсаторы и т. д.

Уже сегодня электромагнитное поле на 18-32% территории городов формируется в результате автомобильного движения. Электромагнитные волны, возникающие при движении транспорта, создают помехи теле- и радиоприему, а также могут оказывать вредное воздействие на организм человека. Транспорт на электроприводе является мощным источником магнитного поля в диапазоне от 0 до 1000 Гц. Железнодорожный транспорт использует переменный ток. Городской транспорт - постоянный.

Максимальные значения индукции магнитного поля в пригородном электротранспорте достигают 75 мкТл, средние значения - около 20 мкТл. Средние значения на транспорте с приводом от постоянного тока зафиксированы на уровне 29 мкТл. У трамваев, где обратный провод - рельсы, магнитные поля компенсируют друг друга на гораздо большем расстоянии, чем у проводов троллейбуса, а внутри троллейбуса колебания магнитного поля невелики даже при разгоне. Но самые большие колебания магнитного поля - в метро. При отправлении состава величина магнитного поля на платформе составляет 50-100 мкТл и больше, превышая геомагнитное поле. Даже когда поезд давно исчез в туннеле, магнитное поле не возвращается к прежнему значению. Лишь после того, как состав минует следующую точку подключения к контактному рельсу, магнитное поле вернется к старому значению. Правда, иногда не успевает: к платформе уже приближается следующий поезд и при его торможении магнитное поле снова меняется. В самом вагоне магнитное поле еще сильнее - 150-200 мкТл, то есть в десять раз больше, чем в обычной электричке.

### **Источники высокочастотных излучений (от 3 кГц до 300 ГГц)**

К этой группе относятся функциональные передатчики - источники электромагнитного поля в целях передачи или получения информации. Это коммерческие передатчики (радио, телевидение), радиотелефоны (авто-, радиотелефоны, радио СВ, любительские радиопередатчики, производственные радиотелефоны), направленная радиосвязь (спутниковая радиосвязь, наземные релейные станции), навигация (воздушное сообщение, судоходство, радиоточка), локаторы (воздушное сообщение, судоходство, транспортные локаторы, контроль за воздушным транспортом). Сюда же относится различное технологическое оборудование, использующее СВЧ-излучение, переменные (50 Гц - 1 МГц) и импульсные поля, бытовое оборудование (СВЧ-печи), средства

визуального отображения информации на электронно-лучевых трубках (мониторы ПК, телевизоры и пр.) . Для научных исследований в медицине применяют токи ультравысокой частоты. Возникающие при использовании таких токов электромагнитные поля представляют определенную профессиональную вредность, поэтому необходимо принимать меры защиты от их воздействия на организм.

Известно, что электромагнитное излучение охватывает все эффекты от радиоволн до рентгеновского излучения и вся внешняя несхожесть этих явлений обусловлена лишь частотой волнового движения (или длиной волны). Говоря о полосе радиочастот мы имеем в виду диапазон от 30 кГц до 30000 кГц Электромагнитным излучением пронизано все окружающее пространство.

### **1.3. Задачи и особенности контроля электромагнитных полей.**

Стремительное развитие систем радиосвязи, обусловленное возрастающей потребностью общества в услугах мобильной связи, расширении номенклатуры и повышении качества услуг, ведет к астрономическому росту спроса на радиочастотный спектр и усложнению электромагнитной обстановки.

Вместе с тем радиочастотный спектр – ограниченный природный ресурс, и потому важно, чтобы все службы радиосвязи использовали его наиболее рациональным, справедливым и экономичным образом и чтобы различные сети и системы радиосвязи могли функционировать без взаимных помех. В наши дни главным фактором обеспечения эффективной одновременной работы различных сетей радиосвязи и их дальнейшего развития стало продуктивное и рациональное управление использованием спектра.

Управление использованием спектра представляет собой сочетание административных, научных и технических процедур, направленных на обеспечение эффективной работы оборудования и служб радиосвязи без создания вредных помех.

Важную часть этих процедур составляют мероприятия по контролю использования радиочастотного спектра.

Контроль использования спектра – это глаза и уши процесса управления использованием спектра. Неуклонное увеличение объемов работ и усложнение задач контроля настоятельно требуют использования систем контроля с автоматизированными измерениями. Такие системы способствуют значительному повышению эффективности служб контроля и, в конечном итоге, более эффективному использованию спектра.

Электромагнитная совместимость (ЭМС) технических средств — способность технических средств одновременно функционировать в реальных условиях эксплуатации с требуемым качеством при воздействии на них непреднамеренных электромагнитных помех и не создавать недопустимых электромагнитных помех другим техническим средствам.

В реальных условиях в месте расположения электрооборудования действует большое число различного рода излучений, учёт которых возможен при помощи методов теории вероятности и математической статистики. Обеспечение нормальной работы совместно работающих технических средств является целью ЭМС как научной проблемы. Предметом же изучения можно считать выявление закономерностей мешающего взаимодействия совместно работающих технических средств, на базе которых формируются рекомендации для достижения цели.

По уровню своей значимости задачи по управлению использованием радиочастотного спектра, для решения которых необходимо иметь результаты радиоконтроля, можно разделить на две группы:

1. Задачи, связанные с разработкой правил использования спектрального ресурса. Их можно отнести к задачам высшего (общегосударственного)

уровня. Для решения этих задач необходимы результаты радиоконтроля, полученные в различных регионах страны.

2. Задачи, связанные с осуществлением контроля использования частотного ресурса, выявлением и устранением причин нарушений в использовании спектрального ресурса, оценкой электромагнитной обстановки в регионе, отдельном городе или в местах предполагаемого размещения радиоэлектронных средств. Эти задачи можно отнести к задачам нижнего уровня.

По степени оперативности принятия решений, задачи по управлению использованием радиочастотного спектра могут быть подразделены на плановые, оперативные и внеплановые.

Оперативные и внеплановые задачи - вторичны по отношению к основным плановым задачам, так как они могут возникать в результате решения плановых задач.

Конкретное содержание задач высшего уровня, решение которых требует наличия достоверных данных о состоянии электромагнитной обстановки в отдельных регионах, городах и, в целом, по стране, обычно заключается в следующем:

- в разработке предложений по использованию радиочастот;
- в разработке нормативно-технической документации;
- в проведении мероприятий по международной координации частотных присвоений;
- в разработке дополнительных мер по совершенствованию управления радиочастотным спектром;
- в решении организационных вопросов.

К задачам нижнего уровня обычно относят:

- назначение (присвоение) радиочастот;
- контроль соблюдения правил использования частотных назначений;
- контроль уровней помех действующим системам связи;
- выявление источников помех и принятие мер по их устранению.

Задачи нижнего уровня непосредственно связаны с обеспечением электромагнитной совместимости радиоэлектронных средств. Результаты, получаемые при их решении, используются для решения задач по регулированию использования радиочастотного спектра высшего уровня.

Радио-контроль осуществляется в целях:

- обоснования разрешений на использование номиналов радиочастот для радиоэлектронных средств;
- проведения экспертиз электромагнитной совместимости при вводе радиоэлектронных средств в эксплуатацию;
- обеспечения постоянной готовности назначенных радиочастот к эксплуатации радиоэлектронных средств и принятия мер по выявлению и устранению недопустимых радиопомех,
- обеспечения соблюдения операторами связи и владельцами радиоэлектронных средств правил радиообмена, временных запретов на излучения, требований, содержащихся в разрешениях на эксплуатацию радиоэлектронных средств, в отечественных и международных нормативно-технических документах;
- принятия мер по прекращению работы радиоэлектронных средств без разрешений.

Перечень задач, решаемых органами радиоконтроля, следует положениям Регламента радиосвязи Международного союза электросвязи.

Основными задачами, решаемыми в процессе ведения радиоконтроля, являются:

- измерение параметров электромагнитной обстановки;
- измерение параметров радиоэлектронных средств, влияющих на электромагнитную совместимость и проверка их соответствия разрешениям на эксплуатацию радиоэлектронных средств;
- измерение границ зон уверенного приема, в том числе при вводе радиоэлектронных средств в эксплуатацию;

- экспертиза электромагнитной совместимости радиоэлектронных средств в реальной электромагнитной обстановке;
  - поиск и идентификация источников радиоизлучений для определения причин и источников радиопомех;
  - выявление работы радиоэлектронных средств без разрешений;
- Пример контрольного пункта диспетчера представлен на рис. 5.

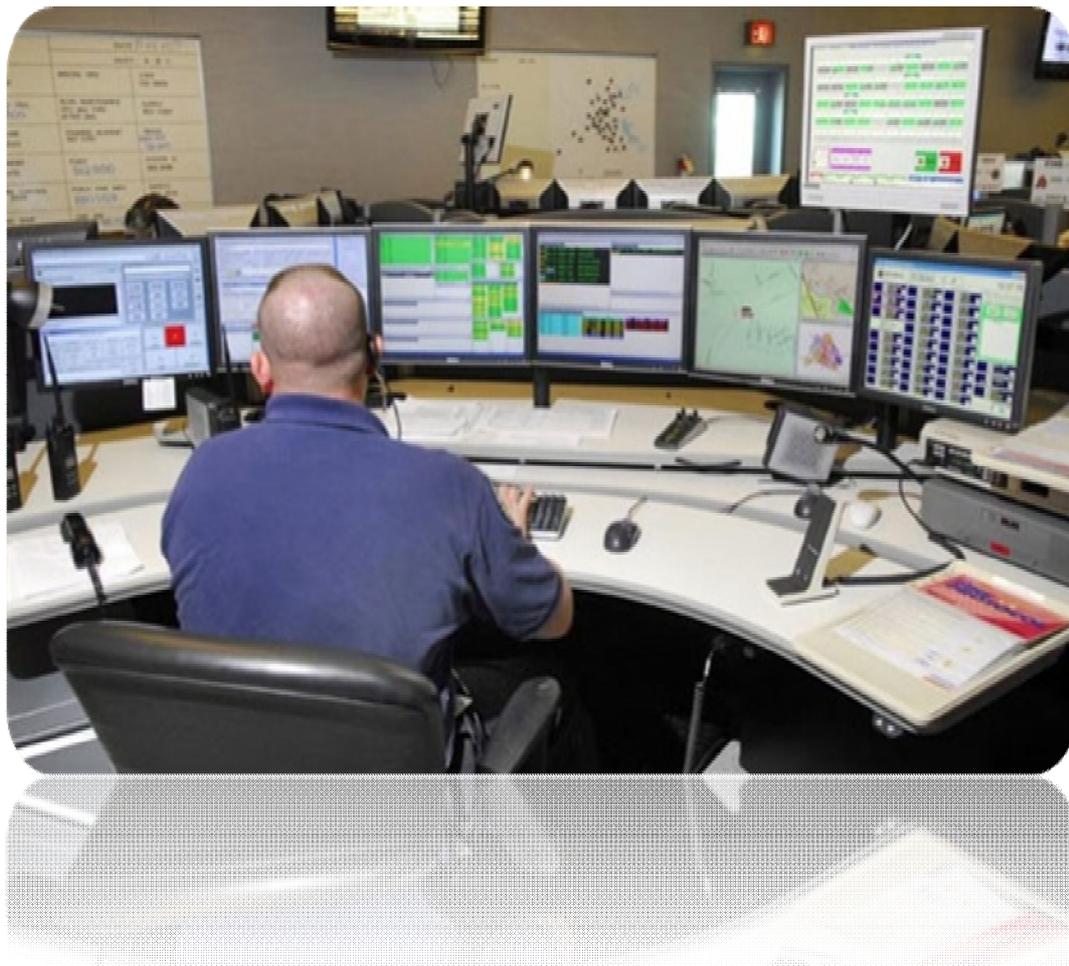


Рис 5. Радио контрольный пункт

## **Глава 2. Методы и технические основы контроля электромагнитных полей**

### **2.1. Обзор основных методов контроля электромагнитных полей**

Эффективное управление использованием радиочастотного спектра невозможно без организации и осуществления действенного контроля соблюдения всеми пользователями радиочастотного спектра установленных правил и ограничений. Важнейшее место в комплексе мероприятий по контролю занимает радиоконтроль, позволяющий получать данные о реальной электромагнитной обстановке и реальных характеристиках радиоэлектронных средств.

Технология радиоконтроля предполагает выполнение большого объема работ по планированию деятельности подразделений радиоконтроля, проведению расчетов и подготовке заданий на радиоконтроль, управлению автоматизированными расчетно - аналитическими, измерительными и измерительно - пеленгаторными комплексами, сбору, обработке, хранению и реализации полученных данных.

Ведение радиоконтроля обеспечивается сетью стационарных и мобильных пунктов (центров) радиоконтроля, связанных в единую систему. Состав и структура системы, взаимосвязь отдельных ее элементов, алгоритм и эффективность ее функционирования во многом зависят от выбора принципов построения системы и приоритетов в решении задач радиоконтроля.

Измерения проводятся на станциях радиоконтроля с помощью измерительных средств, входящих в состав оборудования РКП.

Измерения проводят в нормальных климатических условиях при стандартных испытательных напряжениях электропитания с допустимым отклонением не более  $\pm 2\%$ .

Нормальными климатическими условиями являются: – температура окружающего воздуха ( $25 \pm 10$ ) °С; – относительная влажность воздуха (45 - 80) %; – атмосферное давление (84 – 106,7) кПа, (630 – 800) mm Hg. На мобильных РКП измерения проводят в соответствии с эксплуатационными требованиями применяемого оборудования.

Станции радиоконтроля, на которых проводятся измерения должны удовлетворять следующим условиям:

- расположены в местах, обеспечивающих «радиовидимость» контролируемых территориальных зон по критерию достоверности измеряемых параметров принимаемых сигналов;
- защищены от электромагнитных помех в рабочем диапазоне частот;
- иметь прямую видимость с измеряемыми РЭС;
- местоположение станции контроля должно быть удалено от существующих или потенциальных промышленных или перенаселенных жилых районов. Удаление от предприятий, применяющих электросварочные аппараты или промышленные нагревательные устройства большой мощности, дорог с интенсивным движением для сведения к минимуму помех от систем зажигания, должно быть не менее 1 km;
- расстояние между станциям радиоконтроля и линиями электропередач высокого напряжения с напряжением более 100 kV должно быть не менее 1 км;
- расстояние от измерительных антенн до ближайших воздушных проводов должно быть не менее 100 m.

Стационарные станции радиоконтроля должны осуществлять контроль использования РЧС, пеленгацию и проводить измерения параметров электромагнитного излучения за минимально возможный промежуток времени с приемлемой достоверностью показаний.

На станциях радиоконтроля проводятся измерения следующих основных видов излучений радиопередающих устройств:

- измерение уровней напряженности и плотности потока мощности;
- измерение ширины полосы излучения;
- измерение побочных, внеполосных и гармонических излучений;
- измерение девиации частоты;
- измерение занятости спектра;
- измерение параметров модуляции;
- определение класса излучения;
- измерение стабильности несущей или характерной частоты передатчика;
- радиопеленгация и определение местоположения источников радиоизлучения.

## **2.2. Структура системы радио-контроля**

Практика показывает, что для эффективного государственного управления радиочастотным спектром в наибольшей степени подходит построенная по территориальному принципу многоуровневая иерархическая радиально-узловая структура системы радиоконтроля. Такая структура предоставляет возможность получения необходимой информации на всех межуровневых связях и позволяет, при необходимости, осуществлять централизованное управление элементами системы (рис. 1).

Основные структурные компоненты такой системы определяются разграничением областей территориальной и функциональной ответственности. Структура территориальной ответственности компонентов системы обуславливается административно-территориальным делением страны и размерами зон электромагнитной доступности объектов радиоконтроля.

Верхний иерархический уровень в такой структуре занимает Главный (межрегиональный) центр радиоконтроля. Он функционально объединяет органы и средства радиоконтроля центрального подчинения и центры

радиоконтроля регионов, обобщает результаты радиоконтроля в масштабе государства и на основе полученной информации способен решать, в том числе, и организационно-правовые проблемы, связанные с управлением спектром.

Региональные центры радиоконтроля и подчиненные им органы радиоконтроля соответствуют второму иерархическому уровню структуры. Центры регионального и межрегионального уровня осуществляют сбор, обработку и обобщение полученной информации об электромагнитной обстановке в зоне своей ответственности. Через них замыкаются информационные потоки, обеспечивающие управление средствами радиоконтроля, а также взаимодействие с операторами связи, заявителями, с органами радиоконтроля министерств и ведомств, с системами радиоконтроля международных организаций.

При такой структуре системы радиоконтроля обеспечивается единое информационное пространство, гибкость в управлении системой, высокая оперативность принятия решений, возможность применения современных технологий.

Для расширения зоны радиоконтроля используются мобильные пункты радиоконтроля. Они размещаются на автомобилях, кораблях, летательных аппаратах и могут выполнять свои задачи в непосредственной близости от объектов контроля (рис. 6).



Рис.6. Структура системы радиоконтроля

Нижний иерархический уровень структуры занимают операторы и технические средства постов радиоконтроля. Пост радиоконтроля обычно выбирают в качестве основной организационно-технической единицы, используемой при оценке возможностей системы радиоконтроля.

Техническую основу системы радиоконтроля составляет оборудование пунктов и постов радиоконтроля, включающее антенно-фидерные устройства, комплексы радиоприемной, анализирующей, демодулирующей и регистрирующей аппаратуры, технические средства радиоопределения источников излучений.

Важным принципом создания современной технической основы системы радиоконтроля является обеспечение блочно-модульной структуры оборудования пунктов и постов радиоконтроля. Такая структура обладает высокой гибкостью, позволяет легко наращивать возможности пунктов и постов радиоконтроля путем добавления новых технических средств или замены устаревших технических средств на более совершенные.

По своему качественному составу, частотным, динамическим диапазонам, функциональным возможностям и перечням решаемых задач технические средства радиоконтроля должны обеспечивать проведение всех видов трактовых измерений параметров радиоэлектронных средств и измерений напряженности электромагнитного поля во всем диапазоне используемого и намечаемого к использованию радиочастотного спектра. Вся аппаратура должна обеспечивать возможность ведения на постах радиоконтроля круглосуточной работы. Для выполнения необходимых расчетов, ведения баз данных, формирования отчетных и итоговых документов основные структурные элементы системы радиоконтроля должны располагать достаточным количеством средств электронно-вычислительной техники. Мобильные пункты радиоконтроля должны иметь минимальное время развертывания и свертывания аппаратуры и размещаться на транспортной базе, обеспечивающей оперативную доставку техники радиоконтроля в район проведения измерений. Оборудование

мобильных пунктов радиоконтроля должно включать GPS терминалы для обеспечения

точной привязки на местности.

Оборудование центров, пунктов и постов радиоконтроля должно включать средства связи, способные обеспечить обмен необходимой информацией между отдельными элементами системы радиоконтроля и взаимодействующими органами.

Помещения центров, пунктов и постов радиоконтроля должны быть оборудованы средствами защиты информации, видеонаблюдения и ограничения доступа посторонних лиц, сигнализации, пожарной безопасности и другими элементами системы жизнеобеспечения.

### **2.3. Факторы влияющие на качество работы сотовых систем связи.**

В Узбекистане существует 4 сотовые компании, такие как Beeline Uzbekistan (GSM/WCDMA), UCELL (GSM/WCDMA), UZMOBILE (CDMA-450), PERFECTUM MOBILE (CDMA-2000).

Известно что, Мониторинг радиочастотного спектра осуществляется Центром электромагнитной совместимости (ЦЭМС) Государственного комитета связи, информатизации и телекоммуникационных технологий Республики Узбекистан, совместно с Министерством обороны (МО) и Службой национальной безопасности (СНБ) Республики Узбекистан. Радиочастотные органы, осуществляющие присвоение радиочастот, должны вести систематический контроль за использованием радиочастотного спектра и принимать меры по своевременному устранению выявленных нарушений. Для организации работы данных систем существует служба ЦЭМС, которая распределяет и контролирует спектр частот. В свою же очередь сотовые операторы обращаются к органам государственного надзора, с целью устранения технических неполадок, при

работе системы связи. В настоящее время ввиду массового роста числа пользователей радиочастотным спектром, проблема ЭМС РЭС приобретает весьма важное значение не только в рамках отдельных служб радиосвязи, но и между разными службами. Успешное решение этой проблемы необходимо связывать прежде всего с развитием новых спектрально эффективных радиотехнологий, позволяющих при ограниченном частотном ресурсе существенно повышать потенциальную емкость сетей радиосвязи общего пользования. Эта комплексная проблема объединяет все элементы радиоинтерфейса современных сетей связи, включая радиосигналы как носители информации, средства их генерации, обработки и излучения (приема) и способы организации радиосвязи, - все в совокупности определяющее множественный (многостанционный) доступ в сети на основе методов частотного, временного, кодового и пространственного (или их совокупности) разделения каналов пользователей.

Мешающие влияния разделяют на шумы, помехи, замирания, искажения, интерференции, ошибки. Обычно шумы имеют естественное происхождение; наиболее существенное влияние оказывает собственный шум приемника.

Помехи могут быть также естественного происхождения (грозовые разряды, промышленные помехи, влияние соседних радиосредств) и преднамеренные. Все разнообразие помех можно свести к шести основным типам: шумовым, импульсным, узкополосным (в пределе-синусоидальным), внутрисистемным, ретранслированным, имитационным. Шумовую помеху представляют в виде внешнего флуктуационного шума, увеличивающего интенсивность шума приемника (рис.7).

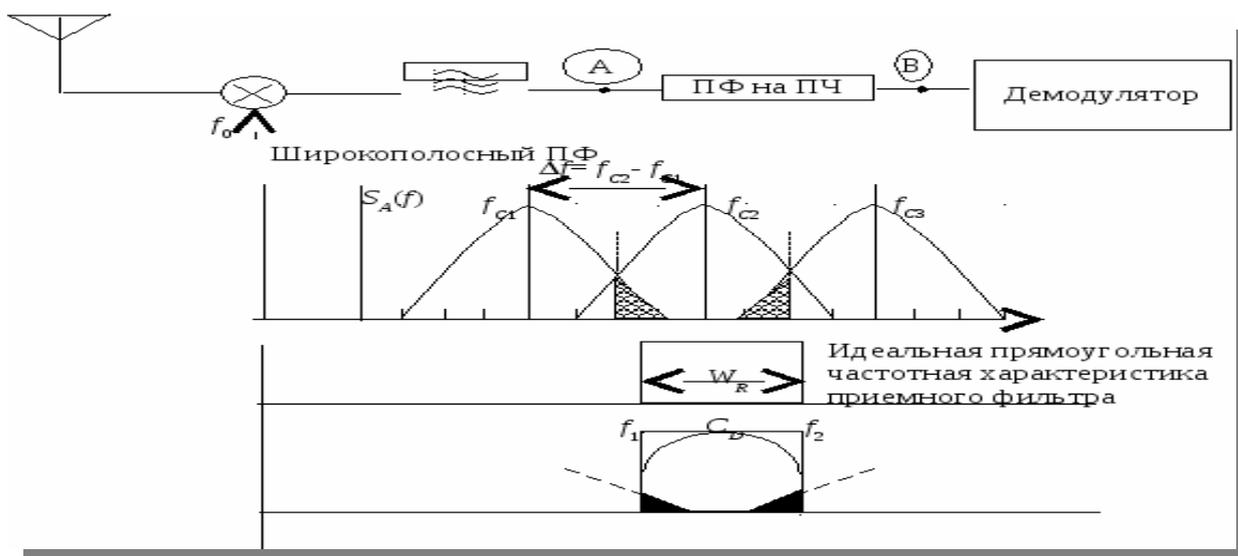


Рис 7. Помехи в широкополосном сигнале сотовой связи

Импульсные помехи (ИП) действуют в течение ограниченного времени; в зависимости от формы импульса различают шумовые (ограниченный во времени шум), видео- и синусоидальные (узкополосные) ИП. Импульс помехи может быть одиночным, однако чаще воздействует пакет ИП, который поражает элементы сигнала, искажая его временные характеристики.

Узкополосная помеха покрывает часть спектра передаваемого сигнала, искажая спектр и ухудшая как спектральные, так и корреляционные свойства сигнала.

Внутрисистемные помехи характерны для асинхронно-адресных систем связи, работающих в одной полосе частот с различением станций по форме адресных сигналов (кодов). Возникают помехи главным образом за счет неидеальности взаимокорреляционных функций адресных кодов.

Ретранслированная помеха создается в результате усиления и переизлучения переданного сигнала одной-двумя соседними станциями. Переизлученный и задержанный сигнал, попадая в приемник истинной станции, создает специфическую помеху, воздействующую тем сильнее, чем хуже корреляционные свойства передаваемых сигналов. Имитационная

помеха (ИМП) близка по форме переданному сигналу; степень близости определяется числом передаваемых сигналов и их корреляционными свойствами. Часто ИМП называют также структурной или прицельной помехой. Название "прицельная помеха" становится оправданным при совпадении в приемнике фазы или средней частоты ИМП с фазой переданного сигнала или со средней частотой одного или нескольких частотных подканалов. В последнем случае помеху иногда называют сосредоточенной. В наземных радиоприемах причинами замираний, составляющих основную часть мешающих влияний естественного происхождения, служат многолучевость, метеоусловия, время года. Многолучевость вызывает быстрые замирания, метеоусловия и время года - медленные. Частотную селективность замираний определяют по снижению коэффициента частотной корреляции до значения 0,5 ... 0,6. Интервал частот, лежащий в пределах 1...0,5, называют полосой (интервалом) когерентности канала связи. Искажения сигнала могут вызываться как характеристиками тракта передачи, так и помехами. Однако понятие искажения обычно связывают только с влиянием на сигнал линейных и нелинейных характеристик тракта. Воздействие линейных характеристик, и в частности неравномерности амплитудно-частотной характеристики (АЧХ), приводит к появлению межсимвольных искажений (МСИ); ограничение амплитуды сигнала вызывает появление нежелательных частот в спектре, создающих помехи нелинейных переходов. Ошибки фиксируются на выходе дискретного канала: именно они определяют верность информации. Деление ошибок на независимые и пакетные вызвано главным образом спецификой помехоустойчивого кода, его способностью исправлять или обнаруживать ошибки.

Радиорелейные линии прямой видимости. В тракте передачи РРЛ действуют тепловой шум приемника, замирания, помехи от внешних источников. Глубина замираний достигает 30 дБ, длительность быстрых замираний-доли секунд, полоса когерентности 30... 40 МГц, глубина

замирании меняется со скоростью 50 ... 60 дБ/с, разность хода интерферирующих лучей 4...10 нс. Основная часть глубоких замираний на различных интервалах возникает независимо друг от друга. В диапазоне частот выше 10 ГГц ослабление сигнала в атмосферных осадках одновременно более чем на двух смежных интервалах трассы маловероятно.

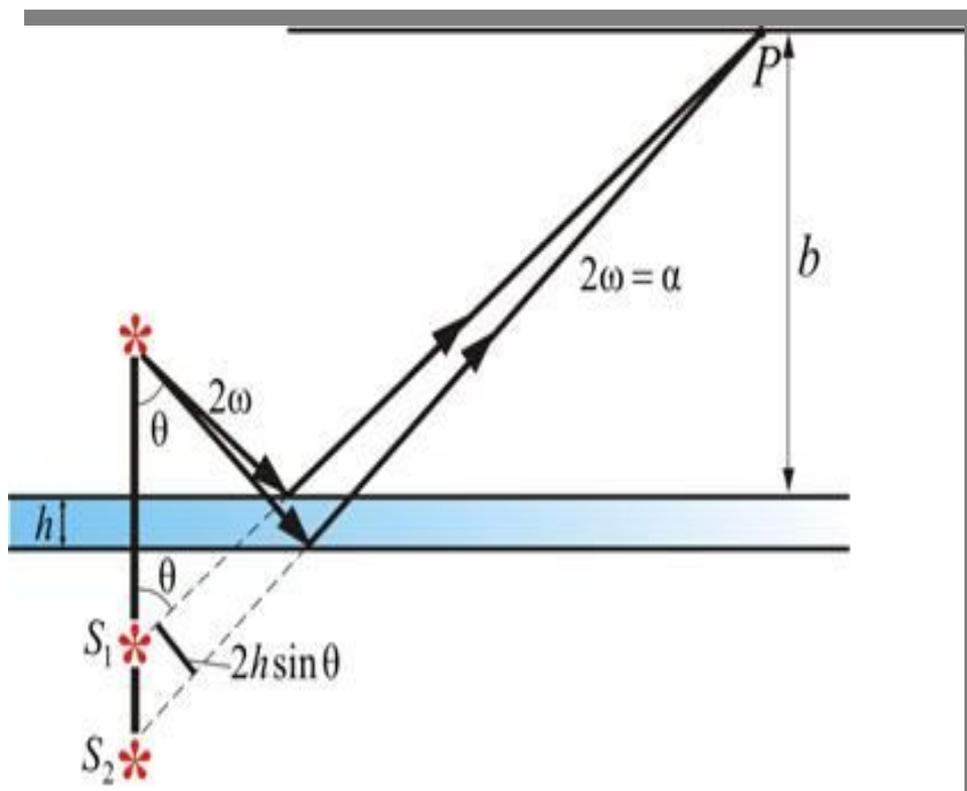


Рис 8. Явление интерференции

Внешними источниками естественных помех являются главным образом соседние радио- и радиолокационные станции. Помехи в зависимости от электромагнитной обстановки могут иметь самый разнообразный характер и проявляться в тракте РРЛ в виде одной или нескольких узкополосных помех, помеховых импульсов, дополнительного шума, ретранслированного (задержанного) полезного сигнала, переданного по РРЛ.

Коротковолновые линии радиосвязи. Замирания и атмосферные явления - магнитные бури, полярные сияния - главные источники помех коротковолновой радиосвязи. Замирания создаются в результате

интерференции нескольких проходящих в место приема лучей, отраженных от ионосферы. Глубина замираний колеблется в широких пределах, достигая десятков децибел. Период замираний лежит в интервале от сотен миллисекунд до десятков секунд; диапазон изменений временной корреляции 1,5 ...4,5 с (по ослаблению коэффициента корреляции до значения 0,6); сигналы можно считать некоррелированными при разnose их более чем на 500 Гц. Сила атмосферных воздействий нарастает и спадает медленно со скоростью от нескольких минут до нескольких часов, часто приводя к полной потере связи на длительное время.

Под электромагнитной обстановкой будем понимать совокупность электромагнитных полей РЭС различных служб радиосвязи в рассматриваемой области пространства. Оценка ЭМС РЭС является общей задачей и неотъемлемой частью процесса согласования условий совместной работы РЭС. В ходе оценки ЭМС РЭС вырабатываются условия, удовлетворяющие критерию ЭМС в данной электромагнитной обстановке. Эти условия могут включать: территориальные ограничения на размещение станции - источника помех; ограничение ЭИИМ станции - источника мешающих сигналов в направлении на станцию, подверженную помехе; защитные полосы и частотные ограничения РЭС; значение необходимого подавления боковых лепестков диаграмм направленности передающей и приёмной антенн; оптимизацию параметров расположения РЭС и ориентации антенн и др.

## **Глава 3. Особенности и задачи контроля радиоизлучения систем сотовой связи в Бухаре**

### **3.1. Задачи контроля работы сотовой связи в Бухаре**

Требования к средствам измерения и оборудованию радиоконтроля в режиме контроля и измерения параметров радиоизлучений

Все СИ, применяемые при измерениях параметров радиоизлучения радиопередающих устройств и входящие в состав оборудования станций радиоконтроля, должны быть поверены, аттестованы и внесены в Государственный реестр средств измерений Узбекистана.

Оборудование радиоконтроля должно обеспечивать возможность определения вида модуляции и измерения параметров наблюдаемых радиосигналов. Измеряемыми параметрами сигналов являются:

- частота;
- уровень сигнала на входе измерительного приемника;
- напряженность поля;
- ширина полосы спектра излучения;
- параметры модуляции:
  - глубина модуляции (для АМ сигналов),
  - девиация частоты (для ЧМ сигналов),
  - девиация фазы (для ФМ сигналов),
- разнос частоты (для ЧТ) и скорость передачи (для телеграфных сигналов).

Оборудование должно обеспечивать возможность измерения параметров радиосигналов, как в ручном, так и в автоматическом режиме.

Оборудование должно обеспечивать выполнение измерений параметров радиосигналов с характеристиками, не хуже приведенных в таблице 1

Таблица 1.

Измеряемые параметры	Характеристика
1 Измерение частоты	
1.1 Погрешность определения частоты (f) немодулированных колебаний, Hz, не более (G – нестабильность частоты гетеродина)	$1 + f \times G$
2 Измерение уровня сигнала и напряженности поля	
2.1 Пределы измерения уровня радиосигнала, dB mV	0 - 120
2.2 Погрешность измерения уровня немодулированного радиосигнала, dB, не более	$\pm 1,5$
2.3 Погрешность измерения напряженности поля, dB, не более	$\pm 3$
3 Измерение ширины полосы частот	
3.1 Пределы измерения ширины полосы частот, kHz	до 300
3.2 Погрешность измерения ширины полосы частот, на уровне минус 30 dB и/или для $v = 1\%$ и спектров с крутизной скатов не менее 12 dB/oct, %, не более	$\pm 5$
4 Измерение параметров модуляции	
4.1 Пределы измерения коэффициента АМ (при модулирующей частоте 20 Hz - 100 kHz), %	1 - 99
4.2 Погрешность измерения коэффициента АМ, %, не более (при коэффициенте АМ=50 %, AF = 1 kHz)	$\pm 3$
4.3 Пределы измерения девиации частоты, kHz	0 - 150

Измеряемые параметры	Характеристика
4.4 Погрешность измерения девиации частоты (при $\Delta F \leq 10$ kHz), отношении S/N $\geq 40$ dB и модулирующей частоте $\leq 10$ kHz, не более	$\pm 300$ Hz + 3 % от изм. значения
4.5 Погрешность измерения девиации частоты (при $\Delta F \leq 150$ kHz), отношении S/N $\geq 40$ dB и модулирующей частоте $\leq 120$ kHz, не более	5 kHz + 3 % от изм. значения
4.6 Пределы измерения девиации фазы, rad	0 - 8
4.7 Погрешность измерения девиации фазы (при модуляции 10 kHz), не более	$\pm 0,5$ rad + 3 % от изм. значения
4.8 Пределы измерения разноса частот поднесущих, kHz	0 - 10
4.9 Пределы измерения скорости передачи при телеграфии, Vod	0 - 1200

Оборудование должно обеспечивать ввод данных о калибровке антенного устройства с целью возможности измерения напряженности поля с характеристиками, указанными в пункте 2.3 таблицы 1.

Погрешность калибровки антенны должна быть не более 1 dB.

Оборудование должно обеспечивать измерение ширины полосы частот сигнала с характеристиками, указанными в пункте 3 таблицы 1, при уровне сигнала на входе измерительного приемника не менее 40 dBmV (100 mV).

Автоматизированное оборудование должно обеспечивать построение, наблюдение и запись в память управляющего компьютера панорамы спектра как в координатах «уровень – частота», так и в координатах «уровень – частота – время» для заданных полос частот и списков частот в реальном масштабе времени.

Должна быть обеспечена возможность многократного сканирования полосы частот по времени и частоте. Число сканирований (время наблюдения) контролируемых полос частот и списков частот должно быть регулируемым (устанавливаемым оператором).

## Цифровая система сотовой связи (GSM) и Методы контроля

1. Применяемые средства измерений должны быть аттестованы, поверены и внесены в Государственный реестр средств измерений Узбекистана.

2. Средства измерений, используемые при проведении испытаний, должны иметь класс точности не ниже значений, установленных в стандартах и технических условиях на оборудование конкретных серий и типов.

3. Контроль должен проводиться при нормальных условиях и соответствовать требованиям ГОСТ 15150.

4. Оборудование общей радиосистемы пакетной коммутации и средства измерений должны отвечать общим требованиям безопасности в соответствии с ГОСТ 12.2.007.0.

5. Должна проверяться возможность получения информации о состоянии узлов оборудования общей радиосистемы пакетной коммутации и всей системы в целом, а также возможность воздействия на узлы оборудования общей радиосистемы пакетной коммутации набором команд MML с рабочего места оператора

6. Должна производиться проверка полноты документации согласно перечню, указанному в 4.11. По эксплуатационно-техническому обслуживанию оборудования общей радиосистемы пакетной коммутации необходимы следующие документы:

- инструкции (руководства) по эксплуатации;
- инструкции (руководства) по техническому обслуживанию;
- справочники по аварийной сигнализации;
- инструкции по монтажу;
- справочники по командам эксплуатации и техобслуживания.

## Цифровая система сотовой связи с кодовым разделением каналов (CDMA)

### Общие технические требования и методы контроля

1. Должна проводиться проверка параметров по совместимости

Измерение скорости передачи выходного сигнала, на соответствие п. 5.2.1 настоящих требований, должно выполняться в соответствии с рисунком

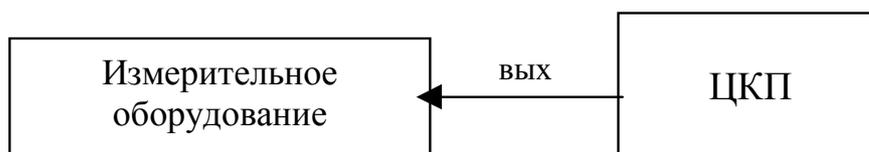


Рис 9. Методы контроля

2. Скорость передачи сигнала не должна превышать:  $2\ 048 \times (1 \pm 50 \cdot 10^{-6})$  кбит/с.

ЦКП считается выдержавшей испытания, если скорость передачи выходного сигнала находится в допустимых пределах скорости передачи. Измерения проводятся с помощью тестера E1 потока EDT – 135 или аналогичного прибора. 3. Должна проводиться проверка формы импульса выходного сигнала в соответствии с рисунком 3, на соответствие пп. 5.2.4-5.2.7 настоящих требований. Форма импульса выходного сигнала должна проверяться на соответствие 4.3.8 ГОСТ 26886. Измерения проводятся с помощью тестера E1 потока EDT – 135 или аналогичного прибора.

3. Должна проводиться проверка параметров синхронизации на соответствие п.7 настоящих требований средствами автоматического контроля и вывода на мониторе ЭВМ рабочего места оператора соответствующей информации. Состояние блоков синхронизации и режимы работы должны отражаться на экране ЭВМ рабочего места оператора и световых индикаторах блока.

Параметры тактовой и цикловой синхронизации проверяются на соответствие п.5.2.9 настоящих требований.

#### 4. Проверка совместимости по сигнализации

Временные параметры линейных, временные, частотные параметры и уровень управляющих сигналов измеряются анализатором вызова АМ8е или аналогичным прибором, возможно применение цифрового осциллографа. Проверка проводится на соответствие пп. 5.3-5.8 настоящих требований.

5. Регистровая сигнализация проверяется по схеме, представленной на рисунке 4.

Параметры многочастотного импульсного пакета по одному запросу представлены в 3.2 - 3.7 ГОСТ 23595.

Параметры многочастотного импульсного челнока представлены в 3.2 - 3.7 ГОСТ 23595.

Линейная сигнализация проверяется в режиме мониторинга по схеме, представленной на рисунке.

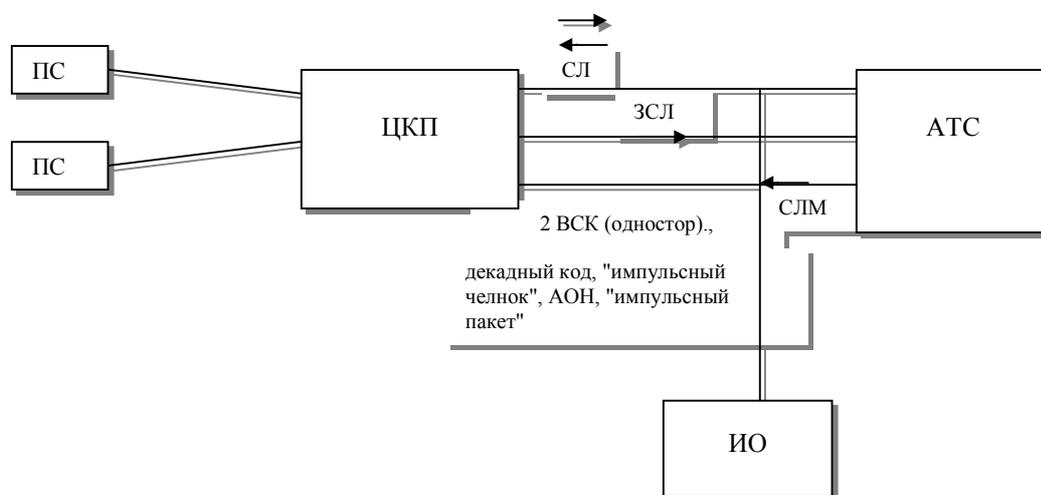


Рис10 Схема мониторинга CDMA

6. При проведении измерений должны применяться средства измерений (СИ), указанные ниже разрешается применять аналогичные СИ, обеспечивающие измерение соответствующих параметров с требуемой точностью (таблица 2).

Таблица 2

Наименование СИ	Основные характеристики
Анализатор вызовов АМ - 8 е	(0.3 – 3.4) кГц погрешность частоты и времени $\pm 0.1\%$ погрешность по уровню $\pm 0.5$ дБ
Протокол тестер А 8619 PTS	Встроенное программное обеспечение для тестирования ОКС№7
Тестер E1 EDT - 135	Встроенное программное обеспечение для тестирования интерфейса E1 (от 50 кбит/с до 2 Мбит/с)

### **3.2. Оборудование, используемое ЦЭМС Бухары для контроля электромагнитных полей сотовых операторов**

Для организации работы систем существует служба ЦЭМС, которая распределяет и контролирует спектр частот. В свою же очередь сотовые операторы обращаются к органам государственного надзора, с целью устранения технических неполадок, при работе системы связи.

Данный орган определяет источник помех, причины их возникновения, выбирает оптимальный вариант использования рабочих частот, с целью отсутствия возникновения интерференции и других явлений в виде помех. Кроме этого проведет проверку занятости рабочих частот, контроль мощности передатчиков, определит зона уверенного приема сигнала и устранит проблемы, возникающие при работе системы.

Существует большое разнообразие радиоэлектронных средств контроля в ЦЭМС Бухары, такие как:

1. ESMB, EB-200-приемники  
PR-100(компактный, мобильный) 9кГц-7500МГц  
EFL100/TV/FM-, компактные радиоприемники для тестирования сигналов
1. EDB 190,195 радиопеленгаторы,  
DDF195 цифровой пеленгатор

- DDF 255 цифровой сканирующий пеленгатор
2. Анализаторы спектра
    - FSH3 100кГц-3000МГц (портативный)
    - FSH6 100кГц-6000 МГц (портативный)
    - FSH18 1000-18000 МГц (портативный)
    - Мобильные:
      - ASVANTEST 9кГц-26.5 ГГц
      - TMS (FSP)9 кГц-26.5 ГГц
      - FSV40 100 кГц-40ГГц
  3. Измеритель мощности
    - NRT 200 кГц-4ГГц; 0.3 мВт-2000 Вт
  4. Система контроля сотовых систем связи "CellTrack"
  5. Система перехвата GSM сигналов "IB0401"
  6. Различные виды антенн.
    - HE 010,HE 309, HF 902- измерительные антенны
    - ADD 190,195,295,071 радиопеленгационные антенны
    - HL 023,033,040,050 дополнительные логопериодические антенны для мобильных станции.
  7. Программное обеспечение ARGUS.

Технические характеристики:

1. Диапазон Радиоконтроля
  - ВЧ 300кГц-30МГц;
  - СВЧ;УВЧ 30 МГц-3000 МГц
2. Диапазон радиопеленгации
  - ВЧ 300кГц-30МГц;
  - СВЧ;УВЧ 30 МГц-3000 МГц
3. Чувствительность
  - В зависимости от частоты 1мкВ-10мкВ
4. Демодуляция: АМ,FM,PM,LSB,USB,IQ,CW,PULS;

5. Ширина промежуточной частоты:  
Дискрет 150Гц-1000кГц
6. Сканирование:  
Цифровое сканирование радиочастотного спектра  
Сканирование частотного спектра  
Сканирование частот по списку
7. Поляризация:  
Вертикальная или горизонтальная (зависит от вида антенн)

### **Обзор оборудование, используемое ЦЭМС Бухары** ***Мониторинговый приемник ESMB***

Мониторинговый приемник ESMB представляет собой мониторинговый и измерительный приемник для решения всех задач в сферах радионаблюдения и радиоконтроля в соответствии с рекомендациями МСЭ, а также в службах радиоразведки.

Благодаря своей компактной и прочной конструкции при малом весе, ESMB является многоцелевым универсальным приемником для стационарного и мобильного применения.

С помощью ESMB можно выполнять измерения следующих параметров согласно рекомендациям МСЭ:

- частота и смещение частоты;
- напряженность поля;
- параметры модуляции;
- занятость спектра и идентификация с помощью внешнего ПК;
- ширина полосы частот.

В сфере специального радиоконтроля, а также в службах радиоразведки оптимизированные параметры приемника дополнительно дают возможность быстрого выполнения следующих задач:

- сканирование заданных полос частот;

- сканирование вплоть до 1 000 каналов, сохраненных в памяти;
- отображение спектра по входу ВЧ (опция);
- аудиомониторинг в режимах CW, AM, SSB и FM;
- идентификация.

Внешний вид мониторингового приемника ESMB представлен на рисунках 11 и 12.

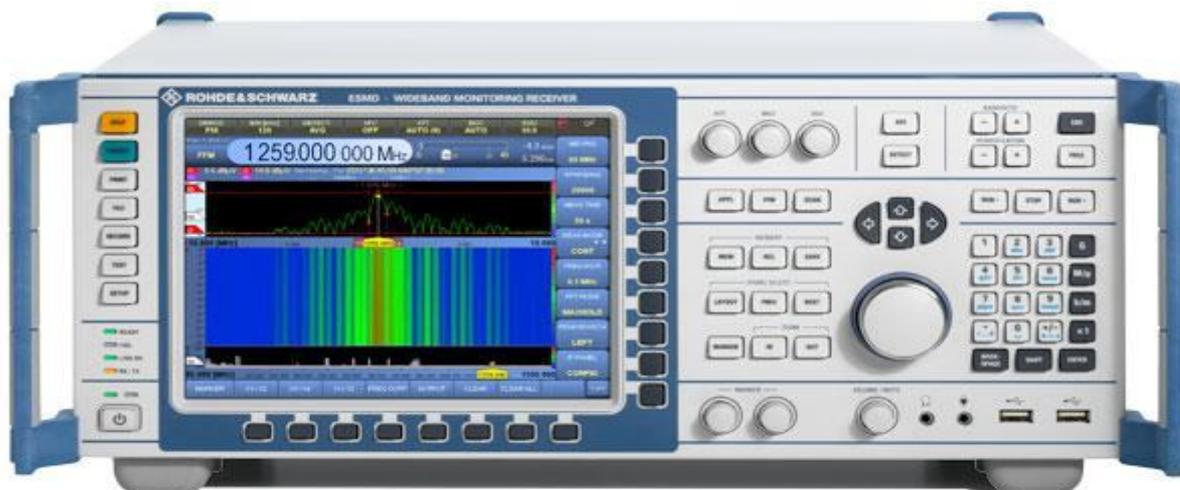


Рис. 11. Лицевая часть мониторингового приемника ESMB



Рис. 12. Задняя панель приемника ESMB

При своих размерах в 0,5 x 1 9" ESMB пригоден как для мобильного применения, так и для встраивания в стойки. Он состоит из следующих функциональных блоков:

- модуля АЦП и DSP с цифровыми фильтрами ПЧ, цифровыми демодуляторами для CW, AM, LSB, USB, PULSE, FM, PM, IQ и ISB, устройствами измерения параметров и обработки по методу FFT для панорамного индикатора ПЧ
- диапазонного и следящего преселектора;
- входных ВЧ -цепей для преобразования сигнала с антенного входа в сигнал ПЧ 10,7 МГц;
- быстродействующего синтезатора;
- процессорной системы;
- блока индикации и управления;
- интерфейса дистанционного управления;
- преобразователя питания типа DC/DC.

Структурная схема данного приемника имеет вид, представленный на рисунке 3.

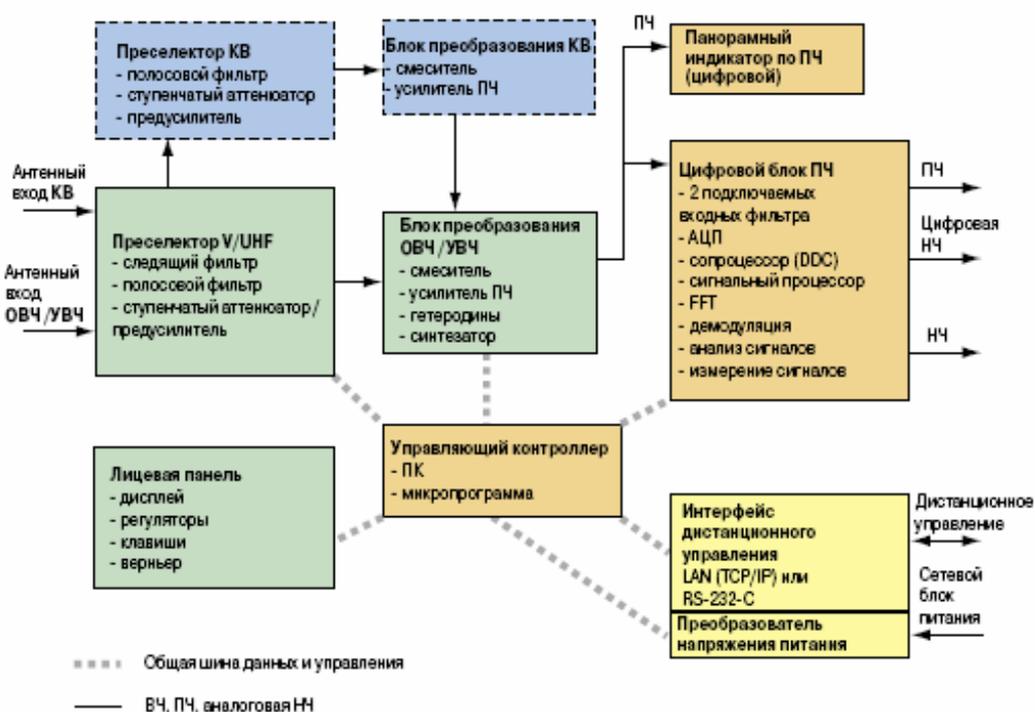


Рис. 13. Структурная схема мониторингового приемника ESMB

ESMB перекрывает широкий частотный диапазон от 10 кГц до 3 ГГц. Обработка всевозможных сигналов при оптимальном отношении сигнал / шум требует большого числа полос промежуточной частоты. Достижение высочайшего качества при минимальных размерах возможно лишь благодаря применению самых современных методов цифровой обработки сигналов. ESMB имеет 18 фильтров ПЧ от 150 Гц до 300 кГц и вплоть до 1 МГц в режиме отображения спектра сигнала по ПЧ.

Всеми функциями мониторингового приемника ESMB можно управлять как дистанционно, так и вручную через лицевую панель.

С помощью опции отображения спектра **"DIGI-Scan"** (цифровое сканирование) ESMB обеспечивает автоматическое сканирование интересующего диапазона частот и отображение спектра на дисплее.

Благодаря этому можно сразу увидеть все частоты передачи. Для прослушивания этих передатчиков достаточно простого нажатия одной функциональной клавиши и ESMB переходит в режим "Digi-Scan – Listen" (прослушивание). Интересующая передача непосредственно выбирается и прослушивается с помощью частотного маркера по спектру, записанному в памяти в качестве фоновой картинке дисплея.

### ***Мониторинговый приемник PR-100 (9кГц-7500МГц)***

Портативный приемник R&S®PR100 был специально разработан для радиомониторинга в полевых условиях. Функции приемника и концепция управления оптимизированы для задач мониторинга. Кроме того, устройство может использоваться для решения ряда других задач.

Модель R&S®PR100 работает в широком диапазоне частот от 9 кГц до 7,5 ГГц. Используется ли приемник для мониторинга радиопередач, обнаружения или пеленгации миниатюрных передатчиков, приемник всегда сочетает высокую мобильность с максимальной простотой применения. Приемник вместе с активной приемной антенной R&S®HE300 образуют

компактную приемную систему. Приемник также может использоваться в сочетании с другими антеннами, например, с широкополосными всенаправленными антеннами (рис.14).



Рис 14 ПР-100

Установка опции R&S®PR100-DF превращает приемник в полнофункциональный цифровой одноканальный пеленгатор радиосигналов. Патентованные компанией Rohde&Schwarz одноканальные пеленгаторы на основе методов корреляционного интерферометра и Ватсона-Ватта обеспечивают высокую точность измерений и низкую зависимость результатов от переотражений, сопоставимые с многоканальными пеленгаторами. Компактный портативный пеленгатор покрывает диапазон частот от 20 МГц до 6 ГГц и может быть установлен на автомобиль любого класса. Применяемые пеленгаторные антенны R&S®ADD107, R&S®ADD207 имеют встроенный GPS приемник и электронный компас.

Быстрое панорамное сканирование всего диапазона частот от 9 кГц до 7,5 ГГц . Диапазон ПЧ от 10 кГц до 10 МГц и демодуляция полос от 150 Гц до 500 кГц .Отображение спектра и спектрограммы (каскада) на цветном

6,5-дюймовом экране Сохранение данных измерений на SD-карте приемника

Интерфейс LAN для дистанционного управления и вывода данных

Эргономичная и прочная конструкция для портативного использования

Малая масса от 3,5 кг (включая аккумулятор)

Пеленгация эмиссий с помощью активной направленной антенны R&S®HE300 . Автоматическое пеленгование сигналов фазовыми методами с антеннами R&S®ADD107, R&S®ADD207

Высокая чувствительность ресивера и высокая четкость сигнала

Использование самых современных методов цифровой обработки сигналов обеспечивает высокую чувствительность модели R&S®PR100 при приеме сигналов и позволяет обнаруживать даже совсем слабые сигналы без потери скорости обработки

Чувствительность приемника и четкость сигнала, несомненно, превосходят данные параметры обычного аналогового широкополосного ресивера

Восстановление информации путем демодуляции

Сигналы с аналоговой модуляцией демодулируются непосредственно ресивером, аудиомониторинг их содержания можно проводить с использованием наушников или встроенного громкоговорителя

Сигналы с цифровой модуляцией раскладываются по основной полосе частот с помощью демодуляции I/Q и сохраняются в приемнике или передаются через LAN

Затем можно проводить анализ цифровых сигналов в режиме офлайн, например, с помощью программного обеспечения R&S®AMMOS® GX430 компании Rohde & Schwarz

Обнаружение импульсных сигналов и радиолокационного излучения

## ***R&S®DDF255 - Пеленгатор R&S®DDF255***

Радиопеленгатор R&S®DDF255 включает новый и исключительно мощный широкополосный контрольный ресивер R&S®ESMD, использующий высокоточный метод корреляционного интерферометра. В результате этого сочетания получается высокоточный широкополосный пеленгатор, обладающий широким набором функций измерения и анализа. С ее высокой степенью интеграции и дополнительным источником постоянного тока система R&S®DDF255 оптимально подходит для мобильного применения.



Рис 15 R&S®DDF255 - Пеленгатор R&S®DDF255

Хорошо зарекомендовавший себя на практике метод пеленгации, который используют 23 органа регулирования связи по всему миру

Надежные результаты пеленгации даже при неблагоприятных условиях среды (например, в городских районах при 50 % отражений)

Высокоточный метод пеленгации при превосходном соотношении цены и производительности (запатентованный метод)

Определение пеленга сигнала в диапазоне частот до 6 ГГц

Обнаружение даже очень коротких передач на неизвестных частотах благодаря высокоскоростному панорамному сканированию (дополнительно)

Методы измерения, соответствующие рекомендациям ITU (дополнительно)

Чрезвычайно быстрый мониторинг спектра со скоростью сканирования до 100 ГГц/с в диапазоне от 20 МГц до 3.6 ГГц (дополнительно - от 9 кГц до 26,5 ГГц)

Широкополосная пеленгация в полосе частот до 20 МГц в реальном времени и возможность выбора разрешения канала

Отображение и демодуляция сигналов в чрезвычайно широкой полосе частот до 20 МГц

Высокоточная пеленгация в соответствии с рекомендациями ITU в диапазоне от 20 МГц до 3 ГГц (дополнительно - от 300 кГц до 6 ГГц), включая вывод данных на дисплей в виде карты (дополнительно)

Анализ сигналов, включая классификацию, демодуляцию и декодирование важных систем связи (дополнительно)

### ***Анализатор спектра со следящим генератором***

#### **Rohde & Schwarz FSH6 (100 кГц – 6 ГГц)**

Rohde & Schwarz FSH6 – это идеальный прибор для быстрого и высокоточного исследования сигнала с минимальными затратами. Он обладает большим количеством измерительных функций и, таким образом, может использоваться везде: от установки и обслуживания базовой станции сотовой связи до поиска повреждений в ВЧ кабелях.

Выпускаемые модели прибора R&S FSH отличаются верхней частотой – 3 ГГц (прибор R&S FSH3) или 6 ГГц (прибор R&S FSH6) – и наличием или отсутствием внутреннего следящего генератора. Приборы, оснащенные следящим генератором, позволяют измерять расстояние до места повреждения кабеля, выполнять скалярный и векторный анализ цепей, а также проводить однопортовые измерения потерь в кабеле. Большинство моделей имеют регулируемый предусилитель, который дает возможность измерять очень слабые сигналы. В качестве дополнительного оборудования поставляются датчики мощности двух типов. Один из них предназначен для высокоточных измерений мощности в согласованных линиях на частотах вплоть до 8 ГГц или до 18 ГГц, а другой – для направленных измерений мощности вплоть до 4 ГГц. В таблицах, приведенных ниже, показана конфигурация, которая требуется для каждого приложения и краткие характеристики поставляемых моделей.



Рис 16 Rohde & Schwarz FSH6

Портативные приборы семейства R&S FSH – удобные и надежные анализаторы спектра с высоким быстродействием и низкой ценой.

Они обладают большим количеством измерительных функций и одинаково удобны как для установки оборудования подвижных систем радиосвязи, так и его обслуживания. Они имеют широчайшую область применения: начиная с поиска мест повреждения высокочастотных кабелей и заканчивая разработкой, обслуживанием и ремонтом оборудования.

Широкая функциональность анализаторов R&S FSH позволяет использовать при монтаже и обслуживании базовых станций, поиске повреждений ВЧ кабелей, а также в исследовательской работе

Функциональные клавиши и прозрачная структура меню повышают удобство пользования R&S FSH

Самые лучшие радиочастотные характеристики и самая высокая точность измерений среди анализаторов спектра своего класса

Аккумуляторная батарея обеспечивает до 4 часов непрерывной работы прибора

Быстрая и легкая передача данных в компьютер

### ***Активная направленная антенна R&S®HE300***

Точная пеленгация, т.е. отчетливая диаграмма направленности с получением максимального сигнала по продольной оси в диапазоне частот от 20 МГц до 7,5 ГГц

Максимальный выходной сигнал антенны служит критерием искомого направления (радиопеленгация по максимальному сигналу)

Удобный размер, несмотря на способность работать в широком частотном диапазоне

Отсутствие усталости при работе с антенной благодаря ее конструкции и использованию материалов, которые делают ее массу минимальной

Может использоваться для вертикальной и горизонтальной поляризации в диапазоне частот от 20 МГц до 7,5 ГГц. (рис.17).



Рис 17 антенна R&S®HE300 Вид спереди

Широкий динамический диапазон благодаря возможности использования режимов "Пассивный" и "Активный"

Может быть установлена на треногу (монтажная резьба 1/4")

Электропитание от стандартных батареек АА или аккумуляторных батарей  
20 МГц - 7500 МГц

Портативная направленная антенна для отслеживания передатчиков и источников помех. (рис. 18).



Рис 18 Прикладное представление

Благодаря небольшому размеру и весу активная направленная антенна R&S®HE300 идеальна для портативного использования.

В сочетании с переносными приемниками (например, R&S®PR100) антенна R&S®HE300 используется для обнаружения передатчиков и источников помех. Направление источников сигнала определяется наведением антенны в направлении максимального напряжения сигнала.

Диапазон частот от 20 МГц до 7,5 GHz охватывается тремя сменными антенными модулями, входящими в комплект поставки R&S®HE300. Каждый модуль имеет определенную диаграмму направленности. Нет необходимости настраивать модули в их частотных поддиапазонах. Имеется дополнительный четвертый модуль (R&S®HE300HF для диапазона 9 кГц – 20 МГц).

Рекомендуемые дополнительные устройства

Рамочная антенна R&S®HE300HF

Портативный приемник R&S®PR100

Портативные анализаторы спектра семейства R&S®FSH

Точная пеленгация, т.е. отчетливая диаграмма направленности с получением максимального сигнала по продольной оси в диапазоне частот от 20 МГц до 7,5 ГГц

Максимальный выходной сигнал антенны служит критерием искомого направления (радиопеленгация по максимальному сигналу)

Удобный размер, несмотря на способность работать в широком частотном диапазоне

Отсутствие усталости при работе с антенной благодаря ее конструкции и использованию материалов, которые делают ее массу минимальной

Может использоваться для вертикальной и горизонтальной поляризации в диапазоне частот от 20 МГц до 7,5 ГГц

Широкий динамический диапазон благодаря возможности использования режимов "Пассивный" и "Активный"

Может быть установлена на треногу (монтажная резьба 1/4")

### **3.3. Экспериментальные данные, полученные в ходе измерений электромагнитного поля сотового оператора “ Uz-mobile” в городе Бухара**

Целью технического радиоконтроля является обнаружение источников радиоизлучений (радиопередающих устройств) и анализ параметров и характеристик их электромагнитных излучений для обеспечения контроля, за соблюдением соответствия действующим нормам.

Нормы и требования на параметры и характеристики радиоизлучений радиопередающих устройств устанавливаются в стандартах и технических условиях на эти устройства.

Перед началом эксплуатации базовой станции “ Uz-mobile” в городе Бухара, необходимо получить разрешение в ЦЭМС.

Если базовая станция не находится в зоне покрытия стационарной станции РКП, необходимо использовать мобильную мониторинговую радиостанцию. Внешний вид мобильной мониторинговой станции представлен на рисунке 19.



Рис

19 Мобильная мониторинговая станция

В начале, сотрудники ЦЭМС проводят проверку помещения, где располагается сама базовая станция. В ходе работы осуществляется проверка подлинности аппаратуры в соответствии с документациями, и стандартами.

Например:

БС от “ **Uz-mobile**”, находится в городе Гиждуване.

И было проверена

- номер станции --219015464344
- тип базовой станции—ZXCDR8700 corporation ZTI
- серийный номер БС –229032ZTISK
- система электропитания—2 л. гарантированная и 2 резервная
- Молниезащита заземление—имеется в каждом блоке
- сигнализацию БС

Следующим этапом проведения работы по измерение характеристики антенно-фидерных устройств БС.

Например: трехсекторная панельная антенна была установлена на мачте высотой 36 метров. Проверили состояние маркировку оптического кабеля между антенной и Базовой станции.

Следующим этапом является проведение мониторинга БС.

Мобильная мониторинговая станция оснащена видами оборудования для проведения измерения в стандарте CDMA450:

- Радиопеленгатор DDF 195 от компании R&S
- Радиоприемник EMSB от компании R&S
- Антенна ADD 195(20 МГц – 1300МГц) от компании R&S
- Пеленгационный процессор R&S EBD 195
- Компоненты кабелей R&S DDR 19 0Z

Пеленгационный процессор может работать в трех режимах.

Нормальный режим (NORMAL)

В этом режиме, предназначенном в основном для мониторинга радиосетей, процесс пеленгации начинается и заканчивается по сигналу

порогового шумоподавителя пеленгационного процессора. На экране практически мгновенно отображаются значения пеленга для различных направлений прихода сигнала.

#### Режим стробирования (GATE)

Этот режим используется для пеленгации передатчиков, работающих с дискретными видами модуляции, если время нахождения передатчика в эфире слишком мало для нормального режима работы.

#### Непрерывный режим (CONT)

В этом режиме пеленгация выполняется непрерывно, что позволяет пеленговать даже сигналы со специальными видами модуляции и очень слабые сигналы, для которых процесс пеленгации не запускается по сигналу порогового шумоподавителя.

В каждом из этих режимов пеленгационные данные могут выводиться в виде гистограммы, что очень удобно при анализе коммуникационных сетей. Так как измерение идет по стандарта CDMA 450 ,было выбрано режим (GATE), (CONT).

Гистограммы отображают текущий пеленг в цифровой форме (трехзначным числом), и все значения, полученные с момента активизации этого режима, отображаются в виде радиальных лучей, указывающих направление прихода сигнала. Длина луча соответствует частоте появления данного пеленга. Результаты можно выводить в виде списков.

В каждом из этих режимов пеленгационные данные могут выводиться в виде гистограммы, что очень удобно при анализе коммуникационных сетей.

Гистограммы отображают текущий пеленг в цифровой форме (трехзначным числом), и все значения, полученные с момента активизации этого режима, отображаются в виде радиальных лучей, указывающих

направление прихода сигнала. Длина луча соответствует частоте появления данного пеленга. Результаты можно выводить в виде списков (рис. 20).

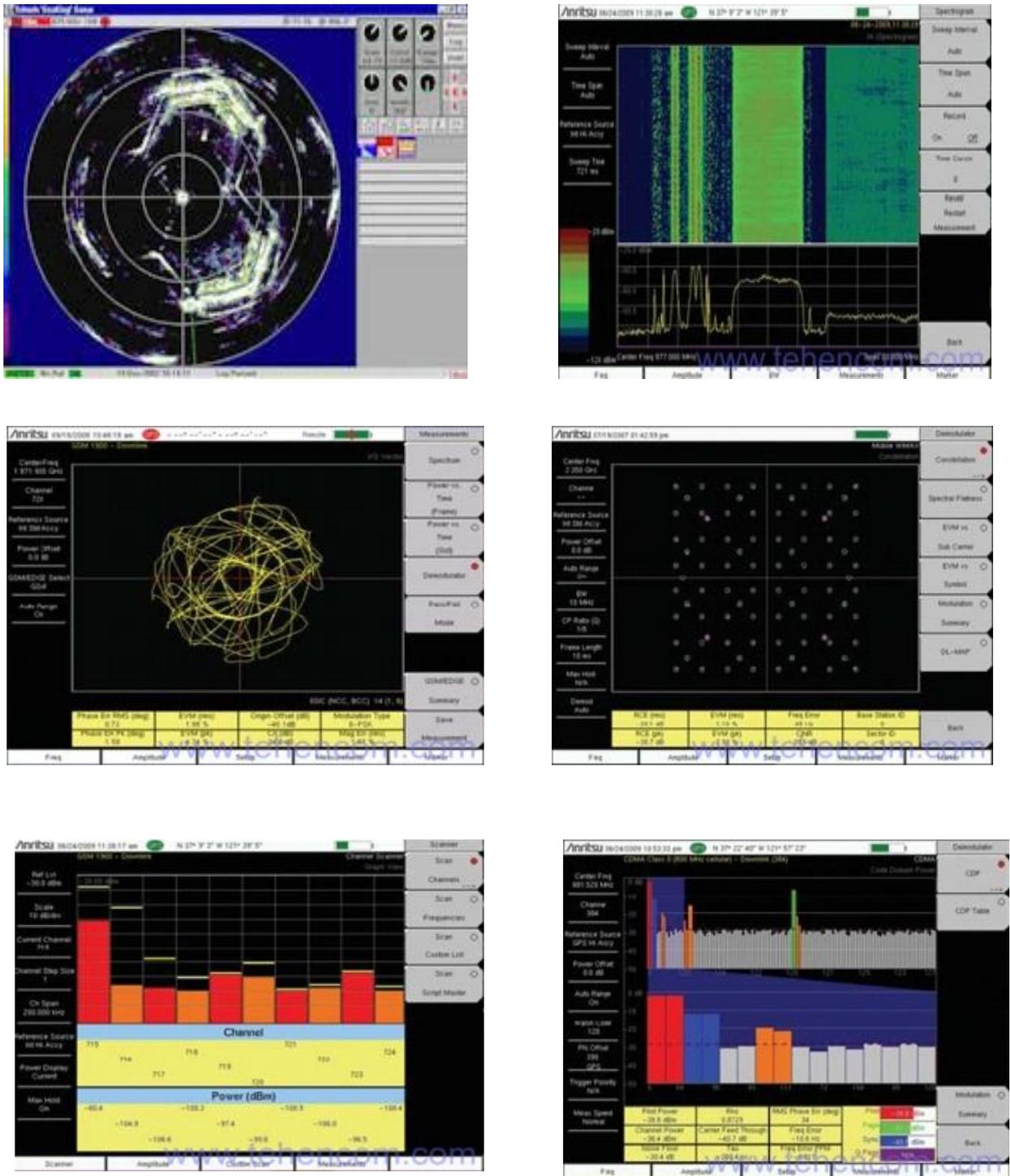


Рис 20 характеристики сигнала с пеленгационный процессора R&S EBD 195

В ходе мониторинга было получены следующие значения по BTS:

- Частота стандарта 450 МГц
- уровень сигнала на входе измерительного приемника;
- напряженность поля (могут быть разными в зависимости от частоты )
- ширина полосы спектра излучения от 464.600 до 465.850 МГц
- параметры модуляции: поляризация вертикальная
- глубина модуляции (для АМ сигналов),
- разнос частоты (для ЧТ) и скорость передачи (для телеграфных сигналов).
- ширина канала 1250 кГц (широкая полоса)
- стандарт системы CDMA
- вид модуляции QPSK (BTS), O-QPSK (MS)
- Коэффициент усиления антенны 11 дБ
- Скорость передачи сигнала  $2048 \times (1 \pm 50 \cdot 10^{-6})$  кбит/с.

Также можно выбрать режим отображения QDM (пеленг по отношению к северному магнитному полюсу).

## Глава 4. Безопасность жизнедеятельности

### 4.1. Что такое ЭМП, его виды и классификация

По определению, электромагнитное поле - это особая форма материи, посредством которой осуществляется воздействие между электрическими заряженными частицами. Физические причины существования электромагнитного поля связаны с тем, что изменяющееся во времени электрическое поле  $E$  порождает магнитное поле  $H$ , а изменяющееся  $H$  - вихревое электрическое поле: обе компоненты  $E$  и  $H$ , непрерывно изменяясь, возбуждают друг друга. ЭМП неподвижных или равномерно движущихся заряженных частиц неразрывно связано с этими частицами. При ускоренном движении заряженных частиц, ЭМП "отрывается" от них и существует независимо в форме электромагнитных волн, не исчезая с устранением источника (например, радиоволны не исчезают и при отсутствии тока в излучившей их антенне).

Электромагнитные волны характеризуются длиной волны, обозначение -  $\lambda$  (лямбда). Источник, генерирующий излучение, а по сути создающий электромагнитные колебания, характеризуются частотой, обозначение -  $f$ .

Важная особенность ЭМП - это деление его на так называемую "ближнюю" и "дальнюю" зоны. В "ближней" зоне, или зоне индукции, на расстоянии от источника  $r < \lambda$  ЭМП можно считать квазистатическим. Здесь оно быстро убывает с расстоянием, обратно пропорционально квадрату  $r^{-2}$  или кубу  $r^{-3}$  расстояния. В "ближней" зоне излучения электромагнитная волна еще не сформирована. Для характеристики ЭМП измерения переменного электрического поля  $E$  и переменного магнитного поля  $H$  производятся раздельно. Поле в зоне индукции служит для формирования бегущих составляющей полей (электромагнитной волны), ответственных за излучение. "Дальняя" зона - это зона сформированной

электромагнитной волны, начинается с расстояния  $r > 3l$ . В "дальней" зоне интенсивность поля убывает обратно пропорционально расстоянию до источника  $r^{-1}$ .

В "дальней" зоне излучения есть связь между  $E$  и  $H$ :  $E = 377H$ , где 377 - волновое сопротивление вакуума, Ом. Поэтому измеряется, как правило, только  $E$ . В России на частотах выше 300 МГц обычно измеряется плотность потока электромагнитной энергии (ППЭ), или вектор Пойтинга. Обозначается как  $S$ , единица измерения Вт/м<sup>2</sup>. ППЭ характеризует количество энергии, переносимой электромагнитной волной в единицу времени через единицу поверхности, перпендикулярной направлению распространения волны.

Зону возможного неблагоприятного действия ЭМП, создаваемых ПРЦ, можно условно разделить на две части.

Первая часть зоны - это собственно территория ПРЦ, где размещены все службы, обеспечивающие работу радиопередатчиков и АФС. Это территория охраняется и на нее допускаются только лица, профессионально связанные с обслуживанием передатчиков, коммутаторов и АФС. Вторая часть зоны - это прилегающие к ПРЦ территории, доступ на которые не ограничен и где могут размещаться различные жилые постройки, в этом случае возникает угроза облучения населения, находящегося в этой части зоны.

Расположение РНЦ может быть различным, характерно размещение в непосредственной близости или среди жилой застройки.

Высокие уровни ЭМП наблюдаются на территориях, а нередко и за пределами размещения передающих радиочастотных низкочастотных, средней и высокой частоты (ПРЦ НЧ, СЧ и ВЧ). Детальный анализ электромагнитной обстановки на территориях ПРЦ свидетельствует о ее крайней сложности, связанной с индивидуальным характером интенсивности и распределения ЭМП для каждого радиочастотного центра. В связи с

этим специальные исследования такого рода проводятся для каждого отдельного ПРЦ.

Широко распространенными источниками ЭМП в населенных местах в настоящее время являются радиотехнические передающие центры (РТЦ), излучающие в окружающую среду ультракороткие волны ОВЧ и УВЧ-диапазонов.

Сравнительный анализ санитарно-защитных зон (СЗЗ) и зон ограничения застройки в зоне действия таких объектов показал, что наибольшие уровни облучения людей и окружающей среды наблюдаются в районе размещения РТЦ «старой постройки» с высотой антенной опоры не более 180 м. Наибольший вклад в суммарную интенсивность воздействия вносят «уголковые» трех- и шестизэтажные антенны ОВЧ ЧМ-вещания.

Телевизионные передатчики. Телевизионные передатчики располагаются, как правило, в городах. Передающие антенны размещаются обычно на высоте выше 110 м. С точки зрения оценки влияния на здоровье интерес представляют уровни поля на расстоянии от нескольких десятков метров до нескольких километров. Типичные значения напряженности электрического поля могут достигать 15 В/м на расстоянии 1 км от передатчика мощностью 1 МВт. В России в настоящее время проблема оценки уровня ЭМП телевизионных передатчиков особенно актуальна в связи с резким ростом числа телевизионных каналов и передающих станций.

Основной принцип обеспечения безопасности - соблюдение установленных Санитарными нормами и правилами предельно допустимых уровней электромагнитного поля. Каждый радиопередающий объект имеет Санитарный паспорт, в котором определены границы санитарно-защитной зоны. Только при наличии этого документа территориальные органы Госсанэпиднадзора разрешают эксплуатировать радиопередающие объекты. Периодически они производят контроль

электромагнитной обстановки на предмет её соответствия установленным ПДУ.

## **Как действует ЭМП на здоровье**

### **Биологическое действие электромагнитных полей**

Электромагнитные поля человек не видит и не чувствует и именно поэтому не всегда предостерегается от опасного воздействия этих полей. Электромагнитные излучения оказывают вредное воздействие на организм человека. В крови, являющейся электролитом, под влиянием электромагнитных излучений возникают ионные токи, вызывающие нагрев тканей. При определённой интенсивности излучения, называемой тепловым порогом, организм может не справиться с образующимся теплом.

Нагрев особенно опасен для органов со слабо развитой сосудистой системой с неинтенсивным кровообращением (глаза, мозг, желудок и др.). При облучении глаз в течение нескольких дней возможно помутнение хрусталика, что может вызвать катаракту.

Кроме теплового воздействия электромагнитные излучения оказывают неблагоприятное влияние на нервную систему, вызывают нарушение функций сердечно-сосудистой системы, обмена веществ.

Длительное воздействие электромагнитного поля на человека вызывает повышенную утомляемость, приводит к снижению качества выполнения рабочих операций, сильным болям в области сердца, изменению кровяного давления и пульса.

Оценка опасности воздействия электромагнитного поля на человека производится по величине электромагнитной энергии, поглощённой телом человека.

Экспериментальные данные как отечественных, так и зарубежных исследователей свидетельствуют о высокой биологической активности ЭМП во всех частотных диапазонах. При относительно высоких уровнях

облучающего ЭМП современная теория признает тепловой механизм воздействия. При относительно низком уровне ЭМП (к примеру, для радиочастот выше 300 МГц это менее 1 мВт/см<sup>2</sup>) принято говорить о нетепловом или информационном характере воздействия на организм. Механизмы действия ЭМП в этом случае еще мало изучены. Многочисленные исследования в области биологического действия ЭМП позволят определить наиболее чувствительные системы организма человека: нервная, иммунная, эндокринная и половая. Эти системы организма являются критическими. Реакции этих систем должны обязательно учитываться при оценке риска воздействия ЭМП на население.

Биологический эффект ЭМП в условиях длительного многолетнего воздействия накапливается, в результате возможно развитие отдаленных последствий, включая дегенеративные процессы центральной нервной системы, рак крови (лейкозы), опухоли мозга, гормональные заболевания. Особо опасны ЭМП могут быть для детей, беременных (эмбрион), людей с заболеваниями центральной нервной, гормональной, сердечно-сосудистой системы, аллергиков, людей с ослабленным иммунитетом.

Влияние на нервную систему.

Большое число исследований, выполненных в России, и сделанные монографические обобщения, дают основание отнести нервную систему к одной из наиболее чувствительных систем в организме человека к воздействию ЭМП. На уровне нервной клетки, структурных образований по передаче нервных импульсов (синапсе), на уровне изолированных нервных структур возникают существенные отклонения при воздействии ЭМП малой интенсивности. Изменяется высшая нервная деятельность, память у людей, имеющих контакт с ЭМП. Эти лица могут иметь склонность к развитию стрессорных реакций. Определенные структуры головного мозга имеют повышенную чувствительность к ЭМП. Изменения проницаемости гемато-энцефалического барьера может привести к

неожиданным неблагоприятным эффектам. Особую высокую чувствительность к ЭМП проявляет нервная система эмбриона.

### Влияние на иммунную систему

В настоящее время накоплено достаточно данных, указывающих на отрицательное влияние ЭМП на иммунологическую реактивность организма. Результаты исследований ученых России дают основание считать, что при воздействии ЭМП нарушаются процессы иммуногенеза, чаще в сторону их угнетения. Установлено также, что у животных, облученных ЭМП, изменяется характер инфекционного процесса - течение инфекционного процесса отягощается. Возникновение аутоиммунитета связывают не столько с изменением антигенной структуры тканей, сколько с патологией иммунной системы, в результате чего она реагирует против нормальных тканевых антигенов. В соответствии с этой концепцией, основу всех аутоиммунных состояний составляет в первую очередь иммунодефицит по тимус-зависимой клеточной популяции лимфоцитов. Влияние ЭМП высоких интенсивностей на иммунную систему организма проявляется в угнетающем эффекте на Т-систему клеточного иммунитета. ЭМП могут способствовать неспецифическому угнетению иммуногенеза, усилению образования антител к тканям плода и стимуляции аутоиммунной реакции в организме беременной самки.

### Как защититься от ЭМП

Практическая проверка выбора интенсивности излучения антенного устройства.

Интенсивность излучения прибора должна быть такой, чтобы не нарушить когерентность среды в организме человека. Прибор можно располагать вблизи тела или на расстоянии до 1.5 м. Интенсивность электромагнитного поля падает пропорционально квадрату расстояния. Как указывалось ранее, электромагнитное поле, проникая в организм

должно не нарушить когерентность среды, т.е. воздействовать не более чем на  $3 \times 10^8$  молекул из  $10^{17}$ , содержащихся в 100 мкм когерентного домена воды. Если прибор располагается вблизи тела, то интенсивность не должна превысить верхнюю границу зоны интенсивности собственных колебаний организма. При расстоянии 1.5 м от прибора до тела интенсивность становится равной нижней границе зоны интенсивности собственных колебаний организма.

Измерить интенсивность электромагнитного поля внутри организма можно только косвенным способом при помощи диагностического прибора, работающего по методу Р. Фолля. Электромагнитная терапия должна привести показания диагностического прибора на точках акупунктуры в норму. Если правильно подобрана частота и интенсивность воздействия, то электромагнитное поле компенсирует влияние патологических кластеров и приводит органы к биологическому резонансу. Правила подбора частоты будут описаны позже, а сейчас рассмотрим выбор интенсивности воздействия.

Примеры поведения стрелки при разной интенсивности излучения на антенном устройстве см. Рис 4. Исходный показатель на точке – 1-й график.

Интенсивность излучения порядка 1 В – 2-й график. При этой интенсивности попадаем на нижнюю границу лечебного диапазона и верхнюю границу зоны нечувствительности рецепторов организма. Электромагнитное поле воспринимается как собственные колебания и поэтому организм не сопротивляется этому воздействию. Но интенсивность излучения очень слабая для того, чтобы поддерживать резонансные явления в организме. Через некоторое время дисгармонические излучения нарушат резонанс, и организм вернётся в исходное состояние. При хронических заболеваниях резонанс может совсем не возникнуть.

Интенсивность излучения порядка 3 В – 3-й график. Интенсивность

электромагнитного поля находится в середине лечебного диапазона. Оно воспринимается как собственные колебания и поэтому организм не сопротивляется этому воздействию. Электромагнитное поле приводит организм в норму и дальнейших изменений не происходит. Показатели на точках приходят в норму через 10 - 12 сек и дальнейших изменений не происходит.

Интенсивность излучения порядка 5 В – 4-й график. Интенсивность электромагнитного поля превышает верхнюю границу лечебного диапазона и попадает в зону принуждения. В начале оно принудительно приводит организм в норму, при этом организм воспринимает это воздействие как чужое и некоторое время сопротивляется ему. Через некоторое время нарушается когерентность среды, наблюдается эффект передозировки и разрушаются энергетические связи между органами и системами. В зависимости от силы излучения это разрушение может иметь обратимый или не обратимый характер. Например, вместо нормализации давления можно вызвать гипертонический криз. Внимание: значения интенсивности излучения приведены условно. Это необходимо для понимания процесса выбора интенсивности излучения. Особенности низкочастотных полей, используемых для лечебных целей.

Механизмы лечебных эффектов воздействия ЭМП зависят от физических характеристик ЭМП, таких как: вид, напряжённость, градиент, направленность вектора, частота, форма и скважность импульса, экспозиция и локализация.

Эти параметры оказывают влияние на формирование ответных реакций организма. Плотность электромагнитного поля определяется как плотность электромагнитного потока на единицу площади и измеряется в единицах, называемых в системе СИ В/м<sup>2</sup>. Градиент ЭМП - это величина плотности электромагнитного поля, которая изменяется с изменением расстояния от источника на 1 см. Он отражает направление изменения величины плотности электромагнитного поля на определенном расстоянии по

вертикали или горизонтали. Вектор указывает направление электромагнитных силовых линий. Данный параметр является биологически важным, поскольку при смене направления электромагнитного вектора изменяется характер биологического эффекта. Частота является важным параметром, определяемым резонансным характером взаимодействия ЭМП с биоритмами человека. В лечебной практике чаще используются частоты в диапазоне от 0.1 до 100 Гц. Поиск набора частот ЭМП для электромагнитной терапии продолжается и в настоящее время.

Большое значение имеет и время воздействия ЭМП. В большинстве случаев для электромагнитной терапии чаще всего указывается длительность воздействия в пределах 5 - 6 минут на частоту для взрослых людей. Для детей - длительность воздействия в пределах 2 - 3 мин на частоту. Выбор такой экспозиции определяется по данным наших восьмилетних исследований. Имеется большой опыт нашего предприятия при проведении экспериментальных и клинических работ по изучению механизмов лечебного действия ЭМП. В одних случаях терапевтический эффект развивается после 3 - 5 процедур с экспозицией пять минут на частоту, в других - после 10 - 20 процедур с ежедневным сеансом длительностью 10 - 30 мин. Видимо, это обусловлено: С одной стороны латентным периодом и длительностью ответной реакции после воздействия ЭМП в зависимости от чувствительности к нему, С другой стороны - исходным состоянием организма и его важнейших функциональных систем.

**Низкочастотная импульсная электромагнитная терапия.** Импульсная электромагнитная терапия оказывает обширное воздействие, способствуя подвижности лимфы, улучшает кровоснабжение капилляров, одновременно улучшая питание тканей паренхимы. В результате внесения в гармоничную систему организма человека дисгармонической помехи патологического кластера нарушается нормальная циркуляция энергии. В

результате этого возникает застой энергии. Импульсная электромагнитная терапия ликвидирует застой энергии в тканях, благодаря чему устраняются болевые ощущения, так как боль по Р. Фоллю - это крик тканей, изголодавшихся по энергии.

Импульсная электромагнитная терапия улучшает ионный обмен в тканях органов, активизируя осмос и диффузию в клетках, способствует нормализации общего обмена веществ в организме человека. Прибором, обладающим всеми перечисленными выше качествами, является прибор «ДЭТА». Помимо точной функциональной диагностики заболеваний им можно проводить тщательный контроль лечения. Он позволяет осуществлять функциональную диагностику и проводить контролируемую терапию всех органов и систем тканей человеческого тела посредством измерения электропроводности точек акупунктуры пациента.

Следует отметить, что клинический эффект "привязан" к специальной технологии воздействия, включающей оригинальные приборные решения с использованием строго определенных параметров сигнала. Любое изменение, в первую очередь, параметров сигнала может приводить к иным эффектам. Необходимо подчеркнуть, что используемые резонансные методы воздействия не имеют сходства с обычной физиотерапией и не противопоказаны при опухолевых заболеваниях. Результаты клинической апробации и девятилетний опыт применения электромагнитной терапии подтвердили ее высокую эффективность при лечении различных заболеваний.

## Терапевтический эффект низкочастотной электромагнитной полевой терапии

Низкочастотная электромагнитная полевая терапия (ЭПТ) обладает  
следующими терапевтическими свойствами

1. Спазмолитическая гладкой мускулатуры артериальных и венозных сосудов, крупных лимфатических сосудов, полых полостных органов, таких как желудок, тонкий кишечник, двенадцатиперстная кишка, толстый кишечник, желчный пузырь и мочевой пузырь. Аfferентные и эfferентные протоки паренхиматозных органов также имеют гладкую мускулатуру (например, бронхи и бронхиолы в легких, протоки в почках, которые выводят мочу, почечная лоханка и мочеточники, пищевод - как аfferентный путь в желудок); в последнем случае следует помнить, что пищевод на две трети состоит из гладкой мускулатуры. Эта категория также включает железистые протоки печени и поджелудочной железы, так же как протоки половых органов в яичках, фаллопиевы трубы.

2. Тонизация клеток гладких мышц нужна при всех видах стаза и дилатации, которые могут иметь место перед спазматически суженными участками сосудов.

Применение низкочастотной ЭПТ одновременно вызывает спазмолитическую и устраняет явление застоя (стаза) путем тонизации клеток гладких мышц. Таким образом, тонизация действует на ускорение протока крови и лимфы из данной области. Следовательно, целью проводимого лечения является снятие одновременно и спазма, и дилатации. Это используется при лечении с помощью низкочастотной электромагнитной терапии всех видов гематом, независимо от их этиологии .

3. Тонизация эластичных волокон. Для восстановления тонуса необходимо нормализовать баланс электролитов (баланс кальция и фосфора, баланс натрия и калия и т.д.) в них, что является предпосылкой для нормализации тонуса в эластичных волокнах.

4. Уменьшение воспалительных процессов включает отек мензехимальных структур в результате повышения проницаемости диападез плазмы. Повышенная проницаемость капилляров приводит к повышенному воспалительному инфильтрату. Если происходит выход жидкости из сосудов, то в результате этого может появиться острое гнойное воспаление, флегмона, абсцесс, гнойный катар. Применение электромагнитной терапии способствует быстрому снижению инфильтрационных, пролиферативных и экссудативных процессов и приводит к ускоренному заживлению (рубцеванию).

5. Уменьшение начинающихся дегенеративных процессов. При использовании электромагнитной терапии можно получить лечебный эффект для нормализации состава внутриклеточной жидкости. Это приводит к преобразованию тканевой жидкости из геля в золь. Патологически измененную проницаемость можно также вернуть к норме, то есть восстановить распределение диффузно-осмотического равновесия. Это можно достичь только путем применения импульсов электромагнитного поля низкой частоты, нормализующих функции соединительной ткани, предотвращающих склероз, фиброз, цирроз и т.д. Эти начинающиеся изменения в тканях и органах являются обратимыми процессами. При больших изменениях в органах и тканях этим методом нельзя достичь значительных успехов. Они требуют интенсивного медикаментозного лечения или хирургического вмешательства. Восстановление поляризации в нервных волокнах. Функция нервов может быть нарушена при деполяризации и гиперполяризации. В нейрофизиологии деполяризация связана со снижением разности потенциалов, которые существуют между внутренней и внешней сторонами оболочки клетки; другими словами, снижение отрицательного потенциала внутри клетки (или положительного - на внешней стороне), т.е. зарядов мембраны. Гиперполяризация - это увеличение разности потенциалов (напряжения), которое имеется на клеточной мембране

(между внутренней и внешней стороной). Разность потенциалов создается в результате разницы в концентрации отдельных ионов внутри нервных волокон по отношению к ионам в межклеточной (интерстициальной) жидкости, повсюду, где эти ионы разделены оболочкой. Равновесие в нервных тканях в состоянии покоя является неустойчивым и поддерживается энергетическими процессами. В случае потери энергии, которая может быть следствием длительной невралгии или нефрита, может произойти деполяризация, ведущая к дисфункции нерва. Применение электромагнитной терапии приводит к устранению деполяризации и излечению.

6. Стимулирование функции АТФ в поперечно-полосатых мышцах при травме.

АТФ важен для процессов метаболизма и обмена энергии. Мышца получает энергию, требуемую для сокращения, непосредственно при гидролитическом расщеплении молекулы фосфорной кислоты из АТФ, переходящей в АДФ. Мембрана нервных клеток также содержит высокую концентрацию АТФ. Если весь запас АТФ в организме исчерпан в результате процессов, истощающих энергетические запасы, сокращение мышц становится необратимым. Восстановление поляризации при использовании электромагнитной терапии является предпосылкой к нормализации энергетических процессов.

Организационные мероприятия по защите от ЭМП К организационным мероприятиям по защите от действия ЭМП относятся: выбор режимов работы излучающего оборудования, обеспечивающего уровень излучения, не превышающий предельно допустимый, ограничение места и времени нахождения в зоне действия ЭМП (защита расстоянием и временем), обозначение и ограждение зон с повышенным уровнем ЭМП.

Защита временем применяется, когда нет возможности снизить интенсивность излучения в данной точке до предельно допустимого

уровня. В действующих ПДУ предусмотрена зависимость между интенсивностью плотности потока энергии и временем облучения.

### **Инженерно-технические мероприятия по защите населения от ЭМП**

Инженерно-технические защитные мероприятия строятся на использовании явления экранирования электромагнитных полей непосредственно в местах пребывания человека либо на мероприятиях по ограничению эмиссионных параметров источника поля. Последнее, как правило, применяется на стадии разработки изделия, служащего источником ЭМП. Радиоизлучения могут проникать в помещения, где находятся люди через оконные и дверные проемы. Для экранирования смотровых окон, окон помещений, застекления потолочных фонарей, перегородок применяется металлизированное стекло, обладающее экранирующими свойствами. Такое свойство стеклу придает тонкая прозрачная пленка либо окислов металлов, чаще всего олова, либо металлов - медь, никель, серебро и их сочетания. Пленка обладает достаточной оптической прозрачностью и химической стойкостью. Будучи нанесенной на одну сторону поверхности стекла она ослабляет интенсивность излучения в диапазоне 0,8 – 150 см на 30 дБ (в 1000 раз). При нанесении пленки на обе поверхности стекла ослабление достигает 40 дБ (в 10000 раз).

Для защиты населения от воздействия электромагнитных излучений в строительных конструкциях в качестве защитных экранов могут применяться металлическая сетка, металлический лист или любое другое проводящее покрытие, в том числе и специально разработанные строительные материалы. В ряде случаев достаточно использования заземленной металлической сетки, помещаемой под облицовочный или штукатурный слой. В качестве экранов могут применяться также различные пленки и ткани с металлизированным покрытием. В последние

годы в качестве радиоэкранирующих материалов получили металлизированные ткани на основе синтетических волокон. Их получают методом химической металлизации (из растворов) тканей различной структуры и плотности. Существующие методы получения позволяет регулировать количество наносимого металла в диапазоне от сотых долей до единиц мкм и изменять поверхностное удельное сопротивление тканей от десятков до долей Ом. Экранирующие текстильные материалы обладают малой толщиной, легкостью, гибкостью; они могут дублироваться другими материалами (тканями, кожей, пленками), хорошо совмещаются со смолами и латексами.

#### **4.2. Понятие о чрезвычайных ситуациях.**

##### **Стадии чрезвычайных ситуаций**

Известно, что любая деятельность потенциально опасна, а сами опасности носят перманентный характер (перманентный - постоянный, непрерывно продолжающийся, от латинского *permaneo* - остаюсь, продолжаюсь).

*Потенциальная опасность* - это опасность скрытая, неопределенная во времени и пространстве. Реализуется потенциальная опасность через причины и в случае, если нежелательные последствия будут значительные, то это событие классифицируется как чрезвычайная ситуация.

*Чрезвычайная ситуация (ЧС)* - это обстановка на определенной территории, сложившаяся в результате аварии, опасного природного явления, катастрофы, стихийного или иного бедствия, которые могут повлечь или повлекли за собой человеческие жертвы, ущерб здоровью людей или окружающей природной среде, значительные материальные потери и нарушение условий жизнедеятельности людей.

Независимо от причин появления ЧС, в их развитии можно выделить основные пять стадий:

*Зарождения* - возникновение условий или предпосылок для ЧС (усиление природной активности, накопление деформаций, дефектов и т.п.).

*Инициирования* - начало ЧС. На этой стадии важен человеческий фактор, поскольку статистика свидетельствует, что до 70% техногенных аварий и катастроф происходит вследствие ошибок персонала.

*Кульминации* - стадия высвобождения энергии или вещества. На этой стадии отмечается наибольшее негативное воздействие на человека и окружающую среду вредных и опасных факторов ЧС.

*Затухания* - локализация ЧС и ликвидация ее прямых и косвенных последствий. Продолжительность данной стадии различна, возможны дни, месяцы, годы и десятилетия.

*Период ликвидации последствий.*

### **Задачи, решаемые в ЧС. Классификация ЧС**

Все ЧС можно классифицировать по трем основным принципам - масштабу распространения, темпу развития и природе происхождения.

При классификации ЧС по масштабу распространения (Рис.4.1.) следует учитывать не только размеры территории, подвергнувшейся воздействию ЧС, но и возможные ее косвенные последствия. К ним относятся тяжелые нарушения организационных, экономических, социальных и других существенных связей, действующих на значительных расстояниях. Кроме того, принимается во внимание тяжесть последствий, которая и при небольшой площади ЧС может быть огромной и трагичной.

Каждому виду ЧС свойственна своя скорость распространения опасности, являющаяся важной составляющей интенсивности протекания чрезвычайного события и характеризующая степень внезапности воздействия поражающих факторов. С этой точки зрения ЧС можно классифицировать по темпу развития (Рис.21).

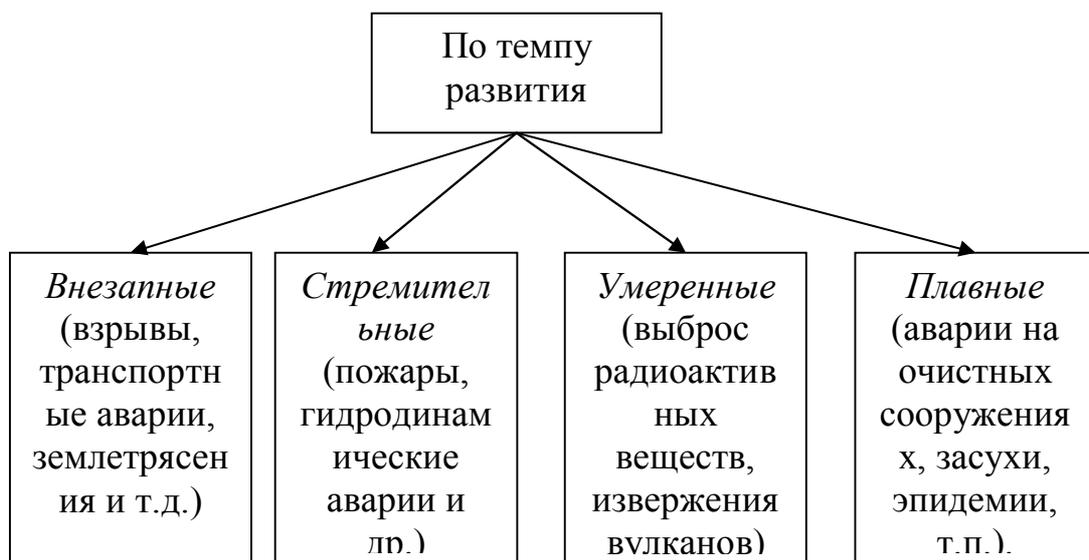


Рис.21. Классификация ЧС по темпу развития

Каждая ЧС имеет свои причины, в этой связи их можно классифицировать по происхождению (Рис.22).

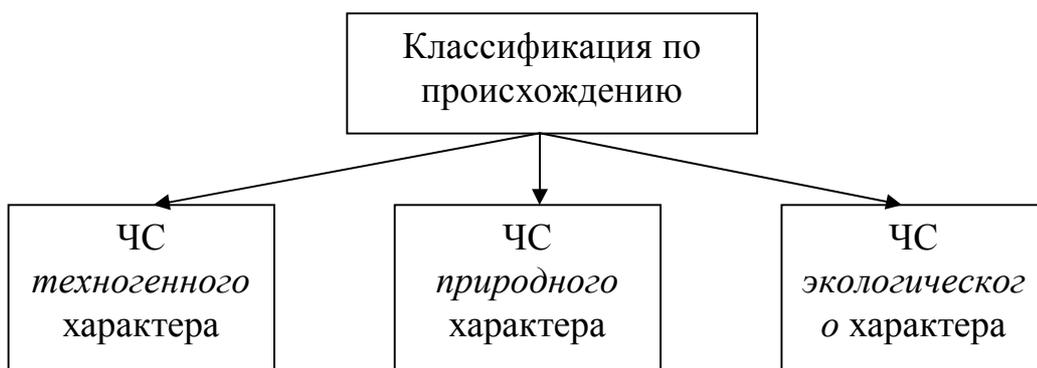


Рис.22. Классификация ЧС по происхождению

## **Планирование мероприятий по обеспечению безопасности жизнедеятельности в ЧС**

В ЧС военного и мирного времени защите подлежит все население, но защищаются его отдельные группы дифференцированно. Основными способами защиты населения при ЧС в современных условиях являются:

укрытия в защитных сооружениях, в простейших укрытиях на местности;

рассредоточение и эвакуация населения из крупных городов в загородную зону;

своевременное и умелое применение средств индивидуальной защиты.

Для укрытия людей заблаговременно на случай ЧС строятся защитные сооружения. Защитные сооружения подразделяются:

по назначению (для населения или для размещения органов управления);

по месту расположения (встроенные, отдельно стоящие, в горных выработках, метро и др.);

по времени возведения (заблаговременно возводимые и возводимые в особый период);

по характеру (убежища или укрытия).

*Убежищем* называется защитное сооружение герметичного типа, обеспечивающее защиту укрываемых в нем людей от всех поражающих факторов ядерного взрыва, отравляющих веществ, бактериальных средств, высоких температур и вредных дымов.

Убежища оборудуются всеми системами жизнеобеспечения. Система воздухообеспечения включает воздухозаборные устройства, противопылевые фильтры и фильтры-поглотители, вентиляторы, воздухорегулирующие и защитные устройства.

Отчистка воздуха осуществляется:

в режиме чистой вентиляции, когда наружный воздух очищается только от пыли с воздухообменом 8-13 м<sup>3</sup> на человека в час;

в режиме фильтровентиляции, когда воздух дополнительно пропускается через фильтры-поглотители для очищения от отравляющих веществ и бактериальных средств с воздухообменом не менее 2 м<sup>3</sup> на человека в час.

Регенерация воздуха осуществляется посредством соответствующих патронов. Очищенный воздух вентиляторами нагнетается по воздуховодам в отсеки убежища.

Система водоснабжения обеспечивает людей водой для питья и гигиенических нужд. Она осуществляется от наружной водопроводной сети.

### **Ликвидация последствий чрезвычайных ситуаций**

Ликвидация ЧС включает в себя проведение в зоне происшествия и в прилегающих к ней районах силами и средствами организаций по ликвидации чрезвычайных ситуаций всех видов разведки и неотложных работ, а также организацию жизнеобеспечения пострадавшего населения и личного состава этих сил.

Ликвидация ЧС считается завершенной по окончании проведения аварийно-спасательных и других неотложных работ.

Спасательные и другие неотложные работы в очагах поражения включают:

разведку очага поражения, в результате которой получают истинные данные о сложившейся обстановке;

локализацию и тушение пожаров, спасение людей из горящих зданий;

розыск и вскрытие заваленных защитных сооружений, розыск и извлечение из завалов пострадавших;

оказание пострадавшим медицинской помощи, эвакуация пораженных в медицинские учреждения, эвакуация населения из зон возможного катастрофического воздействия (затопления, радиационного и другого заражения);

санитарная обработка людей, обеззараживание транспорта, технических систем, зданий, сооружений и промышленных объектов;

неотложные аварийно-восстановительные работы на промышленных объектах.

Разведка в кратчайшие сроки должна установить характер и границы разрушений и пожаров, степень радиоактивного и иного вида заражения в различных районах очага, наличие пораженных людей и их состояние, возможные пути ввода спасательных формирований и эвакуации пострадавших. По данным разведки определяют объемы работ, уточняют способы ведения спасательных и аварийных работ, разрабатывают план ликвидации последствий чрезвычайного события.

В планах ликвидации последствий намечают конкретный перечень неотложных работ, устанавливают их очередность. С учетом объемов и сроков проведения спасательных работ определяют силы и средства их выполнения. В первую очередь в плане необходимо предусматривать работы, направленные на прекращение воздействия внешнего фактора на объект (если это возможно), локализацию очага поражения, постановка средств, препятствующих распространению опасности по территории объекта.

В качестве спасательных сил используют обученные спасательные формирования, создаваемые заблаговременно, а также вновь сформированные подразделения из числа работников промышленного объекта (подразделений гражданской обороны объекта). Спасательные формирования могут быть подчинены руководству объекта или администрации района, города, области.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

За последние десятилетия мы являемся свидетелями бурного развития подвижных систем связи. Опыт эксплуатации действующих систем показал их несомненную перспективность дальнейшего усовершенствования. Наиболее современные из них по качеству принимаемой информации приблизили к проводной телефонной связи, с дополнительными видами услуг, что привело к массовому притоку абонентов.

Системы сотовой связи являются одним из наиболее перспективных сегментов международного рынка телекоммуникаций и динамично развиваются во всех странах мира. Сегодня это массовая система радиотелефонной связи с подвижными объектами, использующаяся более чем в 140 странах всех континентов.

В этих условиях одной из важнейших задач радиочастотных органов становится обеспечение электромагнитной совместимости, действенного технического контроля за использованием радиочастотного спектра и эксплуатации радиоэлектронных систем для сотовых систем связи.

Радиочастотный спектр – ограниченный природный ресурс, и потому важно, чтобы все службы радиосвязи использовали его наиболее рациональным, справедливым и экономичным образом и чтобы различные сети и системы радиосвязи могли функционировать без взаимных помех. В наши дни главным фактором обеспечения эффективной одновременной работы различных сетей радиосвязи и их дальнейшего развития стало продуктивное и рациональное управление использованием спектра.

Управление использованием спектра представляет собой сочетание административных, научных и технических процедур, направленных на обеспечение эффективной работы оборудования и служб радиосвязи без создания вредных помех.

Важную часть этих процедур составляют мероприятия по контролю использования радиочастотного спектра.

Контроль использования спектра – это глаза и уши процесса управления использованием спектра. Неуклонное увеличение объемов работ и усложнение задач контроля настоятельно требуют использования систем контроля с автоматизированными измерениями. Такие системы способствуют значительному повышению эффективности служб контроля и, в конечном итоге, более эффективному использованию спектра.

Технология радиоконтроля предполагает выполнение большого объема работ по планированию деятельности подразделений радиоконтроля, проведению расчетов и подготовки заданий на радиоконтроль, управлению автоматизированными расчетно - аналитическими, измерительными и измерительно - пеленгаторными комплексами, сбору, обработке, хранению и реализации полученных данных.

Ведение радиоконтроля обеспечивается сетью стационарных и мобильных пунктов (центров) радиоконтроля, связанных в единую систему. Состав и структура системы, взаимосвязь отдельных ее элементов, алгоритм и эффективность ее функционирования во многом зависят от выбора принципов построения системы и приоритетов в решении задач радиоконтроля.

Чаще всего источники помех, вызывающих ухудшение функционирования радиоэлектронных средств, находятся в непосредственной близости от приемных устройств и удалены от мест осуществления радиоконтроля. Поэтому для контроля уровня помех действующим системам связи обычно приходится привлекать мобильные органы радиоконтроля.

Известно что, Мониторинг радиочастотного спектра осуществляется Центром электромагнитной совместимости (ЦЭМС) Государственного комитета связи, информатизации и телекоммуникационных технологий Республики Узбекистан, совместно с Министерством обороны (МО) и Службой национальной безопасности (СНБ) Республики Узбекистан. Радиочастотные органы, осуществляющие присвоение радиочастот,

должны вести систематический контроль за использованием радиочастотного спектра и принимать меры по своевременному устранению выявленных нарушений.

В Узбекистане существует 4 сотовые компании, такие как Beeline Uzbekistan (GSM/WCDMA), UCELL (GSM/WCDMA), UZMOBILE (CDMA-450), *PERFECTUM MOBILE (CDMA-2000)*.

Для организации работы данных систем существует служба ЦЭМС, которая распределяет и контролирует спектр частот. В свою же очередь сотовые операторы обращаются к органам государственного надзора, с целью устранения технических неполадок, при работе системы связи.

Данный орган определяет источник помех, причины их возникновения, выбирает оптимальный вариант использования рабочих частот, с целью отсутствия возникновения интерференции и других явлений в виде помех. Кроме этого проведет проверку занятости рабочих частот, контроль мощности передатчиков, определит зона уверенного приема сигнала и устранит проблемы, возникающие при работе системы.

Существует большое разнообразие радиоэлектронных средств контроля в ЦЭМС Бухары, такие как:

1. ESMB, EB-200-приемники  
PR-100(компактный , мобильный) 9кГц-7500МГц  
EFL100/TV/FM-, компактные радиоприемники для тестирования сигналов
2. EDB 190,195 радиопеленгаторы,  
DDF195 цифровой пеленгатор  
DDF 255 цифровой сканирующий пеленгатор
3. Анализаторы спектра  
FSH3 100кГц-3000МГц (портативный)  
FSH6 100кГц-6000 МГц (портативный)  
FSH18 1000-18000 МГц (портативный)

### Мобильные:

- ASVANTEST 9кГц-26.5 ГГц
- TMS (FSP)9 кГц-26.5 ГГц
- FSV40 100 кГц-40ГГц
- 4. Система контроля сотовых систем связи "CellTrack"
- 5. Система перехвата GSM сигналов "IB0401"
- 6. Различные виды антенн.
  - HE 010, HE 309, HF 902- измерительные антенны
  - ADD 190,195,295,071 радиопеленгационные антенны
  - HL 023,033,040,050 дополнительные логопериодические антенны для мобильных станции.
- 7. Программное обеспечение ARGUS.

В связи с бурным развитием техники, электроники уровень искусственных электромагнитных полей сильно вырос за последние десятилетия. Практически все мы находимся в условиях одновременного воздействия электромагнитных полей, ионизирующих излучений, химических веществ и других неблагоприятных факторов внешней среды. В результате совместного действия всех этих факторов процессы в организме протекают иначе, чем они протекали бы при воздействии только естественных магнитных полей (магнитное поле Земли, радиоизлучение солнца, атмосферное электричество). Традиционно при рассмотрении биологических эффектов от электромагнитного поля считалось, что основным механизмом воздействия является "тепловое" поражение тканей. Исходя из этого, и разрабатывались стандарты безопасности во многих странах. Однако в последнее время появляется все большее количество доказательств, что существуют другие пути взаимодействия электромагнитного поля живого организма при интенсивностях поля недостаточных для тепловых воздействий. В числе отдаленных проявлений этих воздействий и раковые, и гормональные заболевания, и многое другое.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Ўзбекистон республикасининг “Радио частотлар спектри тўғрисида”ги 721-1 сонли Қонуни. 1998 йил 25 декабрь.
2. Закон Республики Узбекистан <<О телекоммуникации>> Ташкент 1999г
3. Тезисы проекта концепции обеспечение электромагнитной совместимости радиоэлектронных средств в Республики Узбекистан. ЦНТМИ. Ташкент 2006г.
4. Бадалов А. Л. ,Михайлов А. С. Нормы на параметры электромагнитной совместимости РЭС. Справичник М. Радио и Связь,1993.
5. А. Абдуазизов, М.Мю Мухитдинов. <<Радиоэлектрон воситалар электромагнит мослашуви>> Фан нашриёти 2012 й .
6. Кочержевский Георгий Николаевич <<Антенна-фидерные устройства >> Издательства <<Связь>> 1972г
7. Марк Павлович Долуханов <<Распространение Радиоволн >> Издательства <<Связь>> 1972 г
8. Макаров Г. И, Новиков В. В. <<Проблемы дифракции и распространения волн>> 1962 г
9. Марков Г. Т.,Чаплин А. Ф. <<Возбуждение электромагнитных волн>> 1967г.
10. Смирнова М. А. <<Справичник Радиста>> 1970 г .
11. Wikipedia