



Временная методика радиоконтроля девиации частоты радиоизлучений

Редакция 15.10. 2002 г.

Методика разработана в Проблемной лаборатории по
радиоконтролю и ЭМС при СПб ГУТ

Научный руководитель разработки

д.т.н., проф. Харченко И.П.

Разработчики

к.т.н., с.н.с. Ральников В.И.

к.т.н., доц. Ленцман В.Л.

Согласовано



Настоящий документ является очередной редакцией методики эфирного радиоконтроля девиации частоты излучений передатчиков ОВЧ ЧМ звукового вещания и передатчиков звукового сопровождения телевидения в штатном режиме работы. В методике учтены новые возможности, предоставляемые аппаратно-программными средствами модернизированного радиоконтрольного оборудования ИУ2 «ИРГА», версия ПО Radio Scope 1.527 и выше.

НАШ АДРЕС

191186, г. Санкт-Петербург, ГУТ им. проф. М.А. Бонч-Бруевича,
наб. реки Мойки, 61, офф. 229
тел.315-9001, 315-8292;
тел./факс: 315-1548
E-mail: mail@irga.sut.ru



Содержание

1. Назначение и область применения документа.....	4
2. Требования к девиации частоты ЧМ передатчиков радиовещательной службы	5
3. Используемое радиоконтрольное оборудование	6
4. Требования по безопасности.....	6
5. Требования к квалификации операторов.....	6
6. Подготовка к проведению измерений.....	7
7. Проведение измерений	9
8. Обработка и анализ результатов измерений, выводы, рекомендации по планированию последующих измерений	12
Перечень нормативной и справочной документации	15
Приложение 1. Контроль девиации частоты по измерительным сигналам и при штатной работе РЭС.....	17
Приложение 2. Измерение девиации частоты в установке ИУ2	21

Список сокращений

АМ – амплитудная модуляция
НШПЧ - необходимая ширина полосы частот
КШПЧ - контрольная ширина полосы частот
МСЭ – Международный союз электросвязи
ОВЧ – очень высокие частоты (30...300 МГц)
РКП – радиоконтрольный пост
РЭС – радиоэлектронное средство
ПЧ – промежуточная частота
ЧМ - частотная модуляция
ТВ - телевидение
ТУ – технические условия
ШЗПЧ - ширина занимаемой полосы частот



1. Назначение и область применения документа

1.1. Настоящий документ устанавливает методику радиоконтроля девиации частоты радиоизлучений передатчиков ОВЧ ЧМ звукового вещания и передатчиков звукового сопровождения телевидения в штатном режиме работы с целью проверки выполнения нормативных требований по номинальному значению девиации. Проведение радиоконтроля параметров модуляции излучений РЭС, в частности, девиации частоты, предписано нормативными документами [1-3].

1.2. Требования по номинальному значению девиации частоты излучения указанных передатчиков установлены ГОСТ 13924-80 [4], ГОСТ Р 51107-97 [5], ОСТ 45.125-99 [6], ГОСТ 7845-92 [7], ГОСТ 20532-83 [8] и ПТЭ-95 [9]. Однако методы измерения параметров, установленные этими документами, предполагают контроль девиации в месте установки передатчиков при использовании специальных измерительных сигналов.

1.3. Настоящая методика радиоконтроля предполагает измерение следующих параметров:

- девиации несущей частоты суммарным модулирующим сигналом в штатном режиме работы передатчика;
- девиации несущей частоты суммарным модулирующим сигналом при подаче на вход модулятора сигнала «Проба» с частотой 1 кГц (800 Гц) и номинальным уровнем 0 дБ. Контроль девиации в таком режиме можно проводить на этапе ввода передатчика в эксплуатацию, при инспекционных проверках, а также во время подготовки оборудования передатчика к началу работы;
- девиации несущей частоты, вызываемой сигналом стереоподнесущей (или пилот-тона) во время работы вещательной станции в режиме отсутствия модулирующего звукового сигнала. Такой контроль можно проводить в паузах передачи программ (например, в паузах при настройке передатчика; в кратковременных паузах перед передачей сигналов точного времени и т.п.).

1.4. Методика предназначена для использования операторами радиоконтрольных постов региональных радиочастотных центров и сотрудниками Департамента по надзору за связью и информатизацией.



2. Требования к девиации частоты ЧМ передатчиков радиовещательной службы

Контроль соответствия девиации частоты излучений передатчиков ОВЧ ЧМ звукового вещания номинальному значению важен с двух точек зрения:

- обеспечения требуемых защитных отношений при приеме сигналов радиовещательной службы, т.е. снижения помех приему передач соседних вещательных станций (рек. МСЭ SM.1268) [16],
- снижения потенциальной возможности создания помех воздушной радионавигационной службе, работающей в полосе 108...118 МГц (полоса преимущественного использования РЭС правительственного назначения [12]).

В Приложении 1 рассмотрены основные термины, используемые при контроле девиации радиоизлучений, дан обзор требований отечественных нормативных документов по девиации частоты излучения передатчиков радиовещательной службы. Рассмотрена существующая отечественная и международная практика контроля девиации частоты, аргументирована необходимость проведения контроля девиации в штатном режиме работы указанных передатчиков с целью оперативного обнаружения неисправности оборудования и нарушения правил его эксплуатации.

На основе требований отечественных нормативных документов [4-9] (см. таблицы П.1 - П.4 Приложения 1) можно установить следующие предельные значения девиации несущей частоты передатчиков ОВЧ ЧМ звукового вещания и передатчиков звукового сопровождения телевидения, превышение которых в штатном режиме работы может свидетельствовать о неисправности оборудования или нарушении правил его эксплуатации:

Таблица 2.1

Тип РЭС, частотный диапазон, система стереовещания	ТВ I – V моно	ОВЧ ЧМ вещание 65,9...74 МГц, система с полярной мод.	ОВЧ ЧМ вещание 100...108 МГц, система с пилот-тоном
Параметр	Предельно допустимые значения		
Девиация несущей, вызываемая монофоническим сигналом, кГц	±54	±54	±79
Девиация несущей, вызываемая комплексным стереофоническим сигналом, кГц	-	±56	±81
Девиация несущей, вызываемая стереоподнесущей (пилот-тоном), кГц	-	±12	±10



Примечания к табл. 2.1:

1. Стереофонические передатчики ОВЧ ЧМ вещания по системе с пилот-тоном в ряде регионов России могут работать в полосе от 88 МГц.

2. В таблице указаны предельные значения девиации частоты для передатчиков, введенных в эксплуатацию после 1991 г (передатчики III группы) в соответствии с нормами Приложения к ПТЭ –95 [9].

3. Используемое радиоконтрольное оборудование

3.1. Методика предполагает применение автоматизированного радиоконтрольного оборудования ИУ2 «ИРГА» [20, 21] в комплекте с направленной логопериодической антенной ЛПАС2. Оборудование обеспечивает измерение девиации частоты излучений на основе цифровой обработки сигнала ПЧ измерительного приемника. Основные принципы измерения девиации частоты радиоизлучений в установке ИУ2 изложены в Приложении 2 к настоящей методике.

3.2. Инструментальная погрешность оборудования ИУ2 при измерении девиации частоты в диапазоне 3...100 кГц находится в пределах $\pm 10\%$ [20].

3.3. Одновременно с результатами измерения девиации частоты при выполнении измерений по данной методике на установке ИУ2 «ИРГА» автоматически регистрируются и другие параметры: уровень сигнала, напряженность поля, ширина занимаемой полосы частот (ШЗПЧ). Эти данные могут быть использованы для контроля условий и достоверности измерений.

4. Требования по безопасности

При проведении измерений должны соблюдаться требования по безопасности, установленные в инструкциях по эксплуатации используемого радиоконтрольного и вспомогательного оборудования, а также общие требования правил безопасности при выполнении работ на РКП.

5. Требования к квалификации операторов

5.1. Измерения должны выполнять операторы, изучившие документацию на используемое радиоконтрольное и вспомогательное оборудование и допущенные к работе на РКП.



5.2. При подготовке к проведению измерений операторы должны изучить настоящую методику и приобрести навыки практической работы по измерению девиации частоты радиоизлучений.

6. Подготовка к проведению измерений

6.1. Контроль девиации частоты излучения станций звукового ОВЧ ЧМ вещания целесообразно проводить в виде отдельных сеансов радиоконтроля трех типов:

- контроль девиации несущей частоты суммарным модулирующим сигналом в штатном режиме работы передатчиков. На основе предварительного анализа расписания работы вещательных станций, прослушивания их передач и получения ориентировочных оценок девиации следует определить характер программ, в процессе передачи которых целесообразно контролировать девиацию частоты,

Примечание: Девиация частоты передатчика в штатном режиме при отсутствии ограничителей и компрессоров или неправильной их регулировке, может определяться, в частности, уровнем сигнала, поступающего на модулятор передатчика от различных источников подачи программ (музыкальная студия, студия новостей (речь диктора), реклама и т.п.).

- контроль девиации несущей частоты суммарным модулирующим сигналом «Проба» с частотой 1 кГц и номинальным уровнем 0 дБ. Как правило, такой режим включают на несколько минут каждое утро во время подготовки к началу вещания передатчиков общероссийских программ «Маяк», «Радио России», «Первый канал». В соответствии с требованиями ПТЭ –95 [9], такой режим устанавливают один раз в месяц при регламентном обслуживании всех передатчиков ОВЧ ЧМ вещания, а также на этапе ввода передатчиков в эксплуатацию. В обоснованных случаях, - при обнаружении отклонений девиации частоты передатчика от номинального значения при штатной работе, такой режим может быть на короткое время установлен на передатчике по согласованию служб радиоконтроля с обслуживающим персоналом передатчика.

- контроль девиации несущей частоты, вызываемой сигналом стереоподнесущей (или пилот-тона) во время работы вещательной станции в режиме отсутствия модулирующего звукового сигнала. Такой контроль можно проводить в кратковременных (минимум 5...10 с) паузах передачи программ – в паузах перед передачей сигналов точного времени, во время работ по профилактике оборудования передатчиков, во время кратковременных перерывов, устанавливаемых эпизодически по согласованию



служб радиоконтроля с обслуживающим персоналом передатчика.

6.2. Руководствуясь п. 4 Инструкции пользователя ПО Radio Scope [21], сформировать файл задания "Контроль девиации частоты станций " задачи "Контроль фиксированных частот", который должен содержать:

- список значений присвоенных частот однотипных контролируемых станций,
- режим сканирующего приемника (режим РПУ).

6.1. Подготовить радиоконтрольное оборудование к проведению измерений девиации частоты радиоизлучений в соответствии с Руководством по эксплуатации [20] и Инструкцией пользователя [21]. С помощью антенного коммутатора или в ручную подключить направленную логопериодическую антенну ЛПАС2 к входу измерительного приемника.

Примечание: Использование направленной антенны позволяет провести азимутальную селекцию контролируемого излучения и существенно повысить отношение сигнал/шум в полосе анализа. Однако затраты времени на проведение контроля при этом увеличиваются. Оперативные измерения девиации частоты излучений могут быть проведены и при использовании всенаправленной биконической антенны БКАС, если отношение сигнал/помеха для контролируемого излучения достаточно велико.

6.2. Вызвать окно **Параметры анализатора спектра** и установить следующие параметры анализатора:

- Максимальное количество накоплений - **30**
- Измерение ширины спектра по уровню X дБ - **выключено**,
- Измерение ширины спектра методом Бета/2 - **включено**,
- Коэффициент Бета – **0,01**,
- Использовать быстрое построение спектра - **включено**,
- Автоматический контроль полос ПЧ и БПФ - **включено**,

• Порог ждущего режима измерений, дБ – устанавливаются для станций, появление которых в эфире носит эпизодический характер и для измерения которых предполагается использовать ждущий режим. Значение порога должно быть больше уровня фоновых помех, но меньше уровня контролируемого излучения. При измерении вещательных станций такой режим не используется.

Примечания:

1. Параметр «Максимальное количество накоплений» в установке ИУ2 опреде-



ляет интервал времени, на котором при нажатой кнопке «Накопление спектра» в соответствии с используемым алгоритмом производятся выборки для оценивания девиации частоты излучения (см. Приложение 2 к данной методике).

2. Получаемые одновременно данные по ширине занимаемой полосы частот (ШЗПЧ) методом Бета/2 целесообразно использовать для проверки корректности измерения всех других параметров контролируемого излучения. Если корректно измеряется ШЗПЧ [23], значит на контролируемое излучение незначительно влияют посторонние излучения и шумы фона, наличие которых может привести к большим погрешностям измерения и других параметров излучения. Кроме того, данные по ШЗПЧ могут быть учтены при анализе результатов измерений девиации. Превышение допустимой девиации приводит, как правило, к увеличению ШЗПЧ излучения передатчика.

6.3. Сохранить настройки параметров анализатора спектра.

7. Проведение измерений

7.1. Запустить на выполнение предварительно составленное задание "Контроль девиации частоты станций " (задача "Контроль фиксированных частот") и процедуру "Анализ спектра". При этом сканирующий приемник автоматически поочередно настраивается на заданные частоты и в окне выполнения задачи "Контроль фиксированных частот" отображается в виде "столбиков" диаграмма уровней сигналов контролируемых станций.

7.2. Расположить окна "Контроль фиксированных частот" и "Анализ спектра" таким образом, чтобы они одновременно отображались на экране монитора.

7.3. Настроить измерительный приемник на частоту одной из контролируемых станций щелчком манипулятора "мышь" по области ("столбику"), соответствующей данной станции (при этом область выделяется другим цветом). При этом в окне "Анализатор спектра" отображается спектр сигнала контролируемой станции и результаты измерений уровня сигнала, частоты и отклонения частоты, ширины занимаемой полосы, напряженности поля, девиации частоты. Если после настройки измерительного приемника на станцию прослушивание показало, что ее передатчик не работает, этот факт занести в Примечание (п. 4.2 Инструкции пользователя ПО Radio Score [15]) и настроить приемник на частоту следующей станции.

7.4. Активизировать окно "Анализатор спектра". Развернуть окно «Осцилло-



граф» (п. 6.4. Инструкции пользователя ПО Radio Scope [15]). При этом на панели инструментов отображаются кнопки управления этим окном. Установить режим "Накопление спектра", для чего нажать соответствующую кнопку.

7.5. С помощью соответствующей кнопки выбрать полосу анализа спектра **280 кГц**, которую целесообразно использовать при измерении девиации частоты станций ОВЧ ЧМ звукового вещания и звукового сопровождения ТВ.

Примечание: Указанное значение полосы анализа соответствует использованию в установке ИУ2 приемника IC-R 8500.

7.6. Активизировать окно управления поворотным устройством направленной логопериодической антенны ЛПАС2 (п. 12 Инструкции пользователя [13]). Ориентировать антенну в направлении, соответствующего максимуму уровня контролируемого излучения. Если на данной частоте присутствует постороннее излучение, ориентацию направленной антенны следует выбрать из условия максимизации отношения сигнал/помеха.

7.7. На основе анализа уровня сигнала и различия уровней максимального и минимального значений отображаемого спектра, получаемых при подключении аттенюатора (кнопки **0 дБ, 10 дБ, 20 дБ, 30 дБ** в окне "Анализатор спектра", см. п.6 Инструкции пользователя [21]), оценить степень влияния внешних и внутренних помех и выбрать оптимальное значение затухания аттенюатора измерительного приемника.

Примечание: Различие максимального и минимального значений отображаемого спектра при больших уровнях сигнала на входе приемника определяется интермодуляционными помехами, а при малых – уровнем внутренних шумов приемника и уровнем внешнего фона. Поэтому следует выбрать оптимальное значение затухания аттенюатора, максимизирующее это различие.

7.8. На основе наблюдения за формой и характером осциллограмм огибающей сигнала и мгновенной частоты в окне «Осциллограф», формой спектра и характером изменения во времени оценки ШЗПЧ, убедиться в отсутствии внешних помех, удостовериться в корректности измерения ШЗПЧ по методике, изложенной в [16]. Определить начало промежутка времени, в течение которого целесообразно контролировать девиацию.

Примечания: 1. Если корректно измеряется ШЗПЧ [23], это значит, что на контролируемое излучение слабо влияют посторонние излучения и шумы фона, наличие которых может привести к большим и неконтролируемым погрешностям изме-



рения и других параметров.

2. Обычно девиация частоты достигает максимального значения при передаче музыкальных программ. Однако в некоторых случаях, особенно при неправильной установке уровня звукового сигнала на выходе соответствующего источника подачи программы и неправильной настройке ограничителей и компрессоров, превышение номинального значения девиации может быть связано и с программами другого характера (речь диктора, репортаж, рекламное сообщение и т.п.).

7.9. Перейти в режим бесконечного накопления спектра (кнопка «Бесконечное накопление»). Наблюдая в течение 3...5 минут за результатами измерения девиации частоты, отображаемыми в окне «Анализ спектра», зарегистрировать несколько максимальных значений девиации частоты на интервале анализа. Особенно следует обратить внимание на случаи приближения результатов к номинальному значению девиации или превышения этого значения. Для регистрации с помощью кнопки «STOP» зафиксировать изображение в окне «Анализ спектра», нажать кнопку **«Запомнить параметры»** и подтвердить запоминание нажатием кнопки **«ОК»** (п.6.7 Инструкции пользователя ПО Radio Scope [21]). После регистрации следует выключить и снова включить кнопку «Бесконечное накопление». В процессе измерений с целью обнаружения возможного влияния на результат измерения помех и нарушения условий проведения измерений следует:

- контролировать на слух постоянство режима работы станции,
- наблюдать за формой и характером осциллограмм огибающей сигнала и мгновенной частоты в окне «Осциллограф»,

При появлении импульсных помех и нарушении условий проведения измерений на осциллограммах огибающей сигнала и мгновенной частоты в окне «осциллограф» могут быть заметны скачки и всплески. Если обнаружены такие эффекты, измерения девиации следует повторить.

7.10. Если обнаружено, что превышение номинального значения девиации связаны с передачей программы определенного характера (музыка, речь, реклама и т.п.), занести этот факт в Примечание (п. 4.2 Инструкции пользователя ПО Radio Scope [21]). В необходимых случаях следует записать звуковой фрагмент этой передачи в базу данных фонограмм (п. 9 Инструкции пользователя ПО Radio Scope [21]).

7.11. Повторить описанные выше процедуры для всех станций задания.

7.12. По окончании процедуры перебора всех частот закрыть окно задачи



"Контроль фиксированных частот". В ответ на запрос "Сохранить результаты?", сохранить в файле (имя файла необходимо выбрать) результаты измерений девиации частоты в форме таблицы (листа) Excel "Изм___" с номером, который программа устанавливает автоматически по дате и времени измерения. В итоге описанных действий оператора на диске в заданном каталоге формируется файл в формате Excel, содержащий таблицу (лист) с результатами измерения девиации частоты и других одновременно измеренных параметров каждой станции выполненного задания «Контроль девиации частоты станций...» (п. 6.1. настоящей методики). Результаты измерения автоматически привязаны к дате и времени. Фрагмент подобного листа представлен в таблице 7.1.

Таблица 7.1

Частота настройки (МГц)	Измеренная частота (МГц)	Отклонение частоты (Гц)	Уровень сигнала (дБ)	Напряженность поля (дБ(мкВ.м))	Полоса частот (кГц)	Девиация (кГц)	Время измерений
66,3	66,300184	183,7	74,2	78,7	87,89	55,13	14:35:52 30/01/01
66,3	66,300184	181,7	74,2	78,7	88,39	49,82	14:35:12 30/01/01
66,3	66,300184	182,3	74,2	78,7	89,81	59,38	14:35:32 30/01/01
67,45	67,450175	175,1	72,2	76,8	103,5	87,57	14:36:08 30/01/01
68,24	68,240169	169,4	85,3	90,1	83,98	54,55	14:37:23 30/01/01
72,68	72,680204	203,9	84,6	90,2	83,98	45,52	14:38:45 30/01/01
100,5	100,50015	153,9	88,4	96,5	132,8	81,48	14:39:01 30/01/01

8. Обработка и анализ результатов измерений, выводы, рекомендации по планированию последующих измерений

8.1. Обработку и представление результатов измерений девиации частоты контролируемых станций, сохраненные в таблицах «Изм___...», удобно проводить стандартными средствами системы Excel. Такая обработка может включать следующие процедуры:

8.2.1. объединение файлов результатов измерений однотипных станций - создание сводных листов данных за месяц, год и т.д.,

8.2.2. включение функции "Автофильтр" для обеспечения возможности анализа данных по частотам настройки измерительного приемника,



8.2.3. создания диаграмм "девиация частоты - время", "ширина полосы - время", "уровень сигнала - время" и т.п.

Примечание: Эти процедуры можно автоматизировать путем создания соответствующих макросов. После такой обработки будет обеспечен оперативный доступ к результатам измерений для каждой контролируемой станции на заданном временном интервале.

8.2. Следует регулярно просматривать записанные таблицы (листы) "Изм__..." с целью:

- контроля постоянства условий проведения измерений – постоянства уровня сигнала от даты к дате,
- выявления инструментальных систематических погрешностей, которые проявляются как одновременные изменения девиации частоты для всех одновременно контролируемых станций,
- обнаружения на фоне погрешностей измерений опасных тенденций изменения девиации частоты, которые могут привести к нарушению соответствующих норм.

8.3. Полученные оценки измерений девиации частоты передатчика в штатном режиме его работы следует сравнить с пороговыми значениями, приведенными в таблице 2.1.

8.4. Если обнаружено, что результаты измерений девиации частоты превышают номинальное значение, то необходимо запланировать проведение детальных процедур радиоконтроля параметров этого передатчика. Для этого увеличивают частоту плановых измерений девиации частоты передатчика.

8.5. Большие значения девиации частоты могут быть вызваны погрешностями измерений вследствие наличия помех, которые оператор не смог своевременно обнаружить. Для обнаружения влияния помех полезно сравнить результаты одновременных измерений девиации частоты данной станции на различных (территориально разнесенных) РКП. Если окажется, что большие значения девиации частоты проявляются только в результатах, полученных на одном РКП, с большой вероятностью можно утверждать, что это отклонение обусловлено влиянием помех или какими-либо другими подобными факторами.

8.6. Если установлено, что превышение девиации частоты передатчика в штатном режиме его работы не связано с погрешностями измерений или наличием помех, есть



основания считать, что нарушены правила эксплуатации передатчика или он неисправен.

Примечание: Основными причинами отклонения девиации передатчика от номинального значения в штатном режиме его работы являются:

- *неправильная установка номинального уровня сигнала на выходе источника подачи программ,*
- *неправильная установка номинального уровня сигнала в оборудовании передатчика,*
- *неправильная установка уровня ограничения ограничителя (лимитера),*
- *неправильная регулировка компрессора,*
- *неправильная установка уровня сигнала стереоподнесущей (пилот-тона).*

8.7. Для проверки предположения, что нарушение требований по девиации связано с неправильно установленным уровнем сигнала на выходе одного из источников подачи программ, необходимо сравнить значения девиации при передаче данной станцией программ различного характера. Для документального подтверждения этого факта следует записать соответствующие звуковые фрагменты в базу данных фонограмм (п. 9 Инструкции пользователя ПО Radio Score [21]).

8.8. Для проверки правильности установки номинального уровня сигнала на входе модулятора передатчика или установки уровня ограничения, целесообразно провести измерения девиации частоты данного передатчика при передаче сигнала «Проба» (см. п. 6.1) по методике раздела 7 настоящего документа.

8.9. Для проверки правильности установки номинального уровня сигнала стереоподнесущей (пилот-тона) целесообразно провести измерения девиации частоты излучения в паузе передачи программы вещания (см. п. 6.1).

8.10. Если достоверно установлено превышение номинального значения девиации, составляют протокол, в котором формулируют заключение о несоответствии девиации частоты излучения контролируемого передатчика номинальному значению. Протокол в установленном порядке доводят до сведения оператора, отвечающего за данный передатчик. В необходимых случаях проводят внеочередную инспекцию передатчика.



Перечень нормативной и справочной документации

1. Положение о государственной радиочастотной службе при Министерстве Российской Федерации по связи и информатизации. Утв. постановлением Правительства РФ от 25.12.2000 г. №1002.
2. Приложение к письму Главгоссвязьнадзора №10095 от 3.10.94. Рекомендации нормативов контроля РЭС и ВЧ устройств.
3. Положение о порядке государственного надзора за использованием радиочастот, радиоэлектронных средств (РЭС) и высокочастотных устройств (ВЧ устройств). Утверждено приказом Начальника Главгоссвязьнадзора России №48 от 03.07.98.
4. ГОСТ 13924-80. Передатчики радиовещательные стационарные. Основные параметры, технические требования и методы измерений.
5. ГОСТ Р 51107-97. Системы стереофонического радиовещания. Основные параметры. Методы измерений.
6. ОСТ 45.125-99. Передатчики радиовещательные ОВЧ диапазона, работающие в режиме частотного уплотнения. Параметры, технические требования, методы измерений.
7. ГОСТ 7845-92. Система вещательного телевидения. Основные параметры. Методы измерений.
8. ГОСТ 20532-83. Радиопередатчики телевизионные I – V диапазонов. Основные параметры, технические требования и методы измерений.
9. Правила технической эксплуатации средств вещательного телевидения (ПТЭ-95). -М.: Радио и связь. 1995. Дополнения и коррекция Правил технической эксплуатации средств вещательного телевидения (ПТЭ-95). - М.: Радио и связь. 1997.
10. Правила технической эксплуатации средств радиовещания и радиосвязи. Утверждены Минсвязи СССР 17 декабря 1975г., № 19756. М.: «Связь». 1977.
11. Регламент радиосвязи. – М.: Радио и связь, том 1, 1990.
12. Регламент радиосвязи РФ. Вып. 1. ГКРЧ. М. 1999 г.
13. Рек. МСЭ-Р BS 450-1. Стандарты передачи для ЧМ звукового радиовещания в диапазоне ОВЧ.
14. Рек. МСЭ-Р BS 467 Технические характеристики, подлежащие проверке для стереофонического радиовещания с частотной модуляцией. Система с пилоттоном.



15. Рек. МСЭ –Р BS. 412-7. Стандарты планирования для ЧМ звукового радиовещания в диапазоне ОВЧ.
16. Rec. ITU-R SM.1268. Method of measuring the maximum frequency deviation of FM broadcast Emissions at monitoring Station.
17. Справочник по радиоконтролю. Издание МСЭ - Р. 1995 г.
18. Radio Authority Local Analogue License Engineering Code Scope. Regulation, Transmission, Transmitting Equipment. May 1999. Информация с сайта www.radioauthority.org.uk, 2001г.
19. FM Broadcast Station self-inspection Checklist. Federal Communication Commission USA. Информация с сайта www.radioinfo.com, 2001 г.
20. Измерительная установка ИУ2. Руководство по эксплуатации. ИПУШ.468166.003. РЭ.
21. Программа «Radio Score». Инструкция пользователя. ИПУШ.468166.003. ИП. ООО «ИРГА», Санкт-Петербург. Редакция 30.11.2000 г.
22. Измерение параметров излучений РЭС на радиоконтрольных постах. Материалы семинара повышения квалификации сотрудников региональных управлений ГСН России. 27.11 – 01.12.00. - Санкт-Петербург.: Проблемная лаборатория по РК и ЭМС. 2000г.
23. Временная методика измерения ширины занимаемой полосы частот радиопереданий на радиоконтрольных постах. Проблемная лаборатория по радиоконтролю и ЭМС при СПб ГУТ. 2000 г.
24. ГОСТ 24375-80. Радиосвязь. Термины и определения
25. ГОСТ 16465-70 Сигналы радиотехнические измерительные.



Приложение 1. Контроль девиации частоты по измерительным сигналам и при штатной работе РЭС

П.1.1. Термины и определения

Девиация радиочастоты (девиация частоты) – наибольшее отклонение частоты модулированного радиосигнала при частотной модуляции от значения его несущей частоты (ГОСТ 24375-80 «Радиосвязь. Термины и определения» [24]).

ГОСТ 16465-70 «Сигналы радиотехнические измерительные» [25] регламентирует при описании закона изменения частоты при частотной модуляции использование понятий **мгновенная частота** и, соответственно, **максимальное и минимальное значения мгновенной частоты**. Таким образом, понятия *мгновенная девиация частоты* и *максимальная девиация частоты* не являются стандартизованными, хотя в некоторых документах, например, в ПТЭ-95 [9] их используют. Можно отметить, что в рекомендациях МСЭ-Р, в частности, в SM.1268 [16], понятия: *peak deviation* (*пиковая девиация* – абсолютный максимум разности между немодулированной несущей и мгновенной частотой) и *instantaneous deviation* (*мгновенная девиация* как синоним мгновенной частоты) используются очень широко. Это естественно, так как в английском языке *deviation* – это просто отклонение – обычное слово, а не технический термин.

П.1.2. Нормативные требования по девиации частоты радиоизлучений

Требования к номинальному значению девиации частоты несущей для передатчиков ОВЧ ЧМ звукового вещания и звукового сопровождения телевидения, установленные ГОСТ 13924-80, ГОСТ Р 51107-97, ОСТ 45.125-99, ГОСТ 7845-92, ГОСТ 20532-83 [4-8] представлены в таблицах П.1 -П.4:

Таблица П.1

Монофонические передатчики ОВЧ ЧМ вещания диапазона 65,9...74 МГц (ГОСТ 13924-80) и передатчики звукового сопровождения телевидения (ГОСТ 7845-92, ГОСТ 20532-83)	
Параметр	Норма
Девиация несущей, вызываемая монофоническим сигналом, кГц	± 50



Таблица П.2

Стерефонические передатчики ОВЧ ЧМ вещания диапазона 65,9...74 МГц, работающие по системе с полярной модуляцией (ГОСТ Р 51107-97 и ОСТ 45.125-99)	
Параметр	Норма
Девияция несущей, вызываемая комплексным стереофоническим сигналом, кГц	± 50
Девияция несущей, вызываемая суммарным модулирующим сигналом при использовании систем частотного уплотнения, кГц	± 60 (ГОСТ Р 51107-97) ± 50 (ОСТ 45.125-99)
Погрешность установки девиации несущей частоты, вызываемая суммарным модулирующим сигналом при использовании частотного уплотнения, кГц	± 4
Девияция несущей, вызываемая немодулированной поднесущей, кГц	± 10

Таблица П.3

Стерефонические передатчики ОВЧ ЧМ вещания диапазона 100...108 МГц, работающие по системе с пилот-тоном (ГОСТ Р 51107-97 и ОСТ 45.125-99)	
Параметр	Норма
Девияция несущей, вызываемая комплексным стереофоническим сигналом, кГц	± 75
Девияция несущей, вызываемая суммарным модулирующим сигналом при использовании частотного уплотнения, кГц	± 75
Погрешность установки девиации несущей частоты, вызываемая суммарным модулирующим сигналом при использовании частотного уплотнения, кГц	± 4
Девияция несущей, вызываемая пилот-тоном, кГц	$\pm 7,5$

Примечание к табл. 2.3. Стерефонические передатчики ОВЧ ЧМ вещания по системе с пилот-тоном в ряде регионов могут работать в полосе от 88 МГц.

Правила технической эксплуатации средств вещательного телевидения (ПТЭ-95) и Дополнения к ПТЭ-95 [9] определяют эксплуатационные нормы к девиации частоты ЧМ излучения вещательных передатчиков. Для передатчиков, введенных в эксплуатацию после 1991 г. (класс III) эти нормы в указанных документах сформулированы следующим образом:

Таблица П.4

Диапазон вещания, МГц	65,9...74	100...108
Параметр	Допустимое отклонение	Допустимое отклонение
Девияция несущей, вызываемая монофоническим сигналом, кГц	50 ± 4	75 ± 4
Девияция несущей, вызываемая комплексным стереофоническим сигналом, кГц	50 ± 6	75 ± 6
Девияция несущей, вызываемая поднесущей (пилот-тоном), кГц	10 ± 2	$7,5 \pm 2$

Отклонение девиации от номинального значения более чем на 25 кГц по требованиям ПТЭ 95 считается браком.



П.1.3. Существующая практика установки и контроля девиации частоты вещательных передатчиков в месте их установки по измерительным сигналам.

В соответствии с требованиями ГОСТ 13924-80 и ОСТ 45.125-99 установку номинальных значений девиации несущей, вызываемой комплексным стереофоническим сигналом и суммарным модулирующим сигналом (табл. П.1-П.3), контролируют при испытаниях передатчиков с использованием измерительного сигнала частотой 400 Гц и уровнем 0 дБ (775 В). В соответствии с требованиями ПТЭ-95 указанные в таблице П.4 номинальные значения девиации частоты устанавливаются в процессе эксплуатационных измерений, проводимых один раз в месяц, при подаче на вход передатчика испытательного синусоидального сигнала с частотой 1 кГц (800 Гц) и номинальным уровнем 0,775 В (0 дБ). Предполагается, что при правильной настройке оборудования тракта модуляции передатчика, в частности, ограничителей и компрессоров, такая установка уровня позволяет и в штатном режиме работы (при подаче реального модулирующего сигнала с номинальным уровнем 0 дБ) исключить как появление искажений передаваемого сигнала, так и превышение номинального значения девиации.

В документе «Правила технической эксплуатации средств радиовещания и радиосвязи, утвержденном Министерством связи СССР в 1975 г [10] (статус этого документа в настоящее время неясен, но в ПТЭ-95 на него ссылка есть), указано, что аналогичная операция установки девиации по измерительному сигналу должна проводиться ежедневно в процессе подготовки передатчика к вещанию. (Здесь в качестве измерительного рекомендован прерывистый сигнал с частотой 800 Гц.). Во время штатной работы передатчика уровень вещательного сигнала по показаниям соответствующего индикатора должен периодически достигать уровня 0 дБ, установленного на испытательном сигнале. Допускаются единичные случаи кратковременного превышения до 140 % (3 дБ). В документе [10] отмечено, что при правильной регулировке ограничителя такое превышение уровня не вызывает превышения номинального значения девиации частоты.

П.1.4. Контроль девиации частоты в штатном режиме работы передатчика

В практике эксплуатации передатчиков имеют место случаи:

- неисправности оборудования тракта модуляции передатчика,
- неправильной установки уровня сигнала на входе модулятора передатчика,
- неправильной установки режимов работы ограничителей и компрессоров,



- несоблюдения требований к уровню сигнала, поступающего со студий формирования программ звукового вещания,
- неправильной установки номинальных значений девиации несущей, вызываемой сигналами стереоподнесущей (пилот-тона).

Оперативно обнаруживать такие неисправности оборудования и нарушения правил эксплуатации РЭС позволяет контроль девиации частоты излучения в штатном режиме работы передатчика. В отечественных нормативных документах пока отсутствуют прямо сформулированные требования к предельным значениям девиации частоты излучения передатчиков непосредственно в штатном режиме работы. Однако во всех рекомендациях МСЭ, регламентирующих требования к вещательным станциям [13-17], указано на недопустимость превышения номинальных значений девиации (± 50 кГц или ± 75 кГц) в обычном режиме работы. В ряде стран такие требования записывают в лицензиях, выдаваемых частным радиовещательным станциям. Например, в Англии в соответствии с документом [18], в котором есть ссылка на рек. МСЭ SM.450-1, считается недопустимым превышение порогового значения девиации несущей частоты ± 80 кГц, а номинальное значение ± 75 кГц допустимо превышать в процессе передачи программы вещания не более 5 раз в любом произвольно выбранном интервале длительностью 5 секунд. Однократное превышение указанного номинального значения девиации на интервал времени, превышающий 10 мс в целое число раз, равносильно нескольким нарушениям. Существует четкая процедура предъявления штрафных санкций за нарушение этих требований. Для обеспечения такого контроля девиации частоты передатчика в штатном режиме его работы в оборудовании предусмотрено наличие специального разъема, к которому сотрудники контролирующей организации подключают девиометр.

По требованиям Федеральной комиссии связи США станции ЧМ звукового вещания не должны использовать девиацию более 75 кГц (100% модуляция). Станции, которые используют дополнительную передачу информации путем частотного уплотнения, не должны превышать значение девиации 82,5 кГц (110%) [19].



Приложение 2. Измерение девиации частоты в установке

ИУ2

Процедура автоматического измерения девиации частоты излучения в установке ИУ2 заключается в следующем:

- С использованием быстродействующего АЦП производится выборка 1024 (или 512 – в зависимости от настройки) цифровых отсчетов контролируемого сигнала с выхода промежуточной частоты измерительного приемника. Частота дискретизации сигнала зависит от выбранной ширины полосы анализа. Для полосы анализа 280 кГц, которую целесообразно использовать при контроле станций звукового вещания, длительность выборки составляет 1 мс. Интервал повторения выборок определяется минимальной длительностью интервала таймера процессора и имеет порядок (30...50) мс;
- По выборке рассчитывается комплексный спектр сигнала, определяется «мгновенная» частота, запоминаются максимальное и минимальное значения мгновенной частоты;
- Определяется девиация частоты анализируемого сигнала как половина разности максимального и минимального значений (размах) мгновенной частоты на интервале времени, необходимом для получения заданного числа накоплений спектра. Это число устанавливается при настройке анализатора спектра;
- При нажатой кнопке «Бесконечное накопление» девиация определяется как полуразмах мгновенной частоты на интервале 100 накоплений;
- По достижению заданного числа накоплений девиация отображается как «скользящий» полуразмах мгновенной частоты, рассчитанный по этому числу накоплений.
- Полученное значение девиации выводится в окно «Анализатор спектра» и может быть сохранено обычным образом в файле результатов измерений (кнопка «Сохранить параметры», п.6.7 Инструкции пользователя ПО Radio Scope [21]).