

Международный союз электросвязи

МСЭ-R

Сектор радиосвязи МСЭ

Рекомендация МСЭ-R ВТ.1790-1

(06/2022)

**Требования к контролю радиовещательных
цепей в ходе эксплуатации**

Серия ВТ

**Радиовещательная служба
(телевизионная)**



Международный
союз
электросвязи

Предисловие

Роль Сектора радиосвязи заключается в обеспечении рационального, справедливого, эффективного и экономичного использования радиочастотного спектра всеми службами радиосвязи, включая спутниковые службы, и проведении в неограниченном частотном диапазоне исследований, на основании которых принимаются Рекомендации.

Всемирные и региональные конференции радиосвязи и ассамблеи радиосвязи при поддержке исследовательских комиссий выполняют регламентарную и политическую функции Сектора радиосвязи.

Политика в области прав интеллектуальной собственности (ПИС)

Политика МСЭ-R в области ПИС излагается в общей патентной политике МСЭ-T/МСЭ-R/ИСО/МЭК, упоминаемой в Резолюции МСЭ-R 1. Формы, которые владельцам патентов следует использовать для представления патентных заявлений и деклараций о лицензировании, представлены по адресу: <http://www.itu.int/ITU-R/go/patents/ru>, где также содержатся Руководящие принципы по выполнению общей патентной политики МСЭ-T/МСЭ-R/ИСО/МЭК и база данных патентной информации МСЭ-R.

Серии Рекомендаций МСЭ-R

(Представлены также в онлайн-форме по адресу: <http://www.itu.int/publ/R-REC/ru>.)

Серия	Название
BO	Спутниковое радиовещание
BR	Запись для производства, архивирования и воспроизведения; пленки для телевидения
BS	Радиовещательная служба (звуковая)
BT	Радиовещательная служба (телевизионная)
F	Фиксированная служба
M	Подвижные службы, служба радиоопределения, любительская служба и относящиеся к ним спутниковые службы
P	Распространение радиоволн
RA	Радиоастрономия
RS	Системы дистанционного зондирования
S	Фиксированная спутниковая служба
SA	Космические применения и метеорология
SF	Совместное использование частот и координация между системами фиксированной спутниковой службы и фиксированной службы
SM	Управление использованием спектра
SNG	Спутниковый сбор новостей
TF	Передача сигналов времени и эталонных частот
V	Словарь и связанные с ним вопросы

Примечание. – Настоящая Рекомендация МСЭ-R утверждена на английском языке в соответствии с процедурой, изложенной в Резолюции МСЭ-R 1.

Электронная публикация
Женева, 2023 г.

© ITU 2023

Все права сохранены. Ни одна из частей данной публикации не может быть воспроизведена с помощью каких бы то ни было средств без предварительного письменного разрешения МСЭ.

РЕКОМЕНДАЦИЯ МСЭ-R ВТ.1790-1

Требования к контролю радиовещательных цепей в ходе эксплуатации

(Вопросы МСЭ-R 44/6 и МСЭ-R 109/6)

(2007-2022)

Сфера применения

Настоящая Рекомендация содержит описание требований радиовещательных компаний к эксплуатационному контролю в цепях цифрового радиовещания. Сначала вопросы контроля подразделяются на две категории: контроль состояния и контроль качества, а затем для каждой категории устанавливаются соответствующие требования.

Ключевые слова

Радиовещательные цепи, контроль качества, контроль состояния.

Ассамблея радиосвязи МСЭ,

учитывая,

- a) что радиовещательные цепи состоят из сетей доставки и распределения, которые включают производство, постпроизводство, передачи спутниковой и наземной служб, интернет и обработку других гибридных распределений;
- b) что полная цепь доставки состоит из множества каскадных устройств обработки данных таких, как, среди прочего, конвертеры, кодирующие устройства, коммутаторы, шлюзы, групповые преобразователи, модуляторы и приемники;
- c) что услуги цифрового аудиовизуального и звукового вещания быстро совершенствуются на основе достижений в области обработки и сжатия цифрового сигнала и развития коммуникационных технологий;
- d) что технологии цифрового кодирования со сжатием позволили обеспечить повсеместный рост высококачественных многоканальных аудиовизуальных услуг;
- e) что технологии цифрового радиовещания все более усложняются и включают не только строго радиовещательные технологии, но также технологии связи пункта со многими пунктами и пункта с пунктом;
- f) что способы и технологии контроля постоянно развиваются в связи с появлением новых программно-аппаратных элементов, обеспечивающих высокую скорость обработки;
- g) что благодаря определенной унификации протоколов передачи и повсеместному использованию инфраструктуры сетей электросвязи имеется возможность доставки контрольной информации не через сети радиовещания;
- h) что единый способ контроля на каждом этапе в радиовещательной цепи облегчил бы разработку надежных, эффективных и низкочастотных систем контроля для радиовещательных цепей;
- i) что радиовещательные компании стремятся подготовить рекомендации для производителей оборудования относительно требований к эксплуатационному контролю в радиовещательных цепях,

рекомендует

при разработке систем контроля в радиовещательных цепях учитывать требования радиовещательных компаний, касающиеся эксплуатационного контроля, предусмотренные в Приложении 1.

Приложение 1

Требования к контролю радиовещательных цепей в ходе эксплуатации

1 Введение

Технологии цифрового кодирования со сжатием позволили обеспечить повсеместный рост высококачественных многоканальных аудиовизуальных услуг. Характеристики аудиовизуальных сигналов, прошедших цифровое кодирование, отличаются от характеристик традиционных аналоговых сигналов, т. е. воспринимаемое качество зависит от содержания и характеристик исходного сигнала, а ухудшение, вызванное цифровым кодированием со сжатием и ошибками передачи, часто происходит уже на месте.

Системы цифрового радиовещания часто используют сложные маршруты и могут включать дополнительные услуги передачи данных, что может затруднять определение причины неисправностей или снижения качества. Может потребоваться (многоуровневый) контроль во многих пунктах, который, вероятно, будет включать технологии сжатия изображений, устройства объективной оценки качества, анализаторы транспортных потоков, анализаторы характеристик передачи и производительности платформы, что делает оперативное обнаружение и исправление весьма продолжительными.

Стало сложно управлять качеством цифровых радиовещательных систем традиционными методами контроля качества аналоговых систем или субъективной оценки, и поэтому нужны новые способы и методики контроля. В настоящей Рекомендации содержится описание требований пользователей к эксплуатационному контролю для цепей цифрового радиовещания, основанных на технологиях контроля/оценки качества, которые должны быть внедрены на радиовещательных станциях и в компаниях связи.

Пользователям этой Рекомендации предлагается обращаться к последним версиям Рекомендаций и Отчетов МСЭ-R, касающихся объективной и субъективной оценки и измерения качества, при принятии решений в отношении эксплуатационных и процедурных требований к своим системам и установкам.

2 Виды контроля

Эксплуатационный контроль заключается в подтверждении состояния соответствующего сигнала с тем, чтобы установить, находится ли он в требуемом эксплуатационном состоянии, соответствует ли заданному стандарту или спецификации. В настоящей Рекомендации эксплуатационный контроль конкретно относится к сигналам в рабочем режиме и делится на:

- контроль состояния физических сигналов по характеристикам; и
- контроль воспринимаемого качества аудиовизуального контента.

2.1 Контроль состояния

Контроль состояния определяется как контроль соответствия физического сигнала заданному стандарту и/или спецификации в процессе эксплуатации.

Оборудование и сети, необходимые для цифровых радиовещательных цепей, также подвергаются контролю в целях обеспечения их надлежащего функционирования. Области применения контроля состояния включают:

- сети доставки;
- прямую передачу и сбор новостей;
- производство, постпроизводство и монтаж на радиовещательной станции;
- первичное/вторичное распределение и передачу.

2.2 Контроль воспринимаемого качества

В рамках контроля качества производится оценка того, соответствует ли воспринимаемое качество услуги (изображения, звука, данных) заданному уровню качества (которое зависит от приложений, запланированных поставщиками). Контроль качества может включать прием радиовещательной передачи в дополнение к тем, которые используются для контроля состояния. Важно включить контроль принимаемого сигнала, поскольку на каждом этапе происходит накопление случаев ухудшения работы системы или сигнала, что иногда приводит к ухудшению конечного качества даже в тех случаях, когда каждый процесс в радиовещательной цепи соответствует установленному стандарту.

3 Вопросы эксплуатационного контроля

Теоретически эксплуатационный контроль должен осуществляться в пределах центральной зоны коммутации или эксплуатации. На рисунке 1 представлена высокоуровневая схема радиовещательной цепи. Для физического контроля систем, имеющих удаленное местоположение, может использоваться дистанционная связь.

РИСУНОК 1

Высокоуровневая схема контроля радиовещательной цепи



ВТ.1790-01

3.1 Вопросы контроля состояния

- Ошибки в видео- и звуковых сигналах могут происходить даже в тех случаях, когда сигналы соответствуют стандартам и оборудование работает нормально.
- Сигналы черного поля, сигналы молчания или звуковые сигналы чистого тона, даже если они преднамеренные, могут вызвать ложные аварийные сигналы, подаваемые аппаратурой автоматического контроля.
- Для корректной работы одночастотных сетей (ОЧС), используемых для наземного радиовещания, требуется эталонный сигнал для синхронизации по времени, частоте и фазе. Отсутствие высокой точности этих сигналов (например, при сбоях в работе приемников GPS) может влиять на работу ОЧС на обширной территории. Поэтому точность этих эталонных сигналов желательно контролировать.

3.2 Вопросы контроля качества

- Качество цифровых кодированных видео- и звуковых сигналов зависит от технических характеристик исходного сигнала. Ухудшение качества сигнала, характерное для цифрового кодирования, например блочность сигнала, значительно отличается от ухудшения качества аналогового сигнала. Более ранние критерии качества, применяемые для оценки аналоговых сигналов, не всегда подходят для оценки качества цифровых кодированных аудиовизуальных сигналов.
- Нарушение обслуживания часто носит случайный характер, а ухудшение может не происходить в течение длительных периодов времени. Поэтому желательно вести эксплуатационный контроль воспринимаемого качества и качества передачи.
- В цифровом радиовещании на одном и том же канале могут быть предоставлены услуги различного качества в зависимости от скорости передачи и содержания данных. Критерии качества могут отличаться в зависимости от услуг.
- Могут возникать сложности, связанные с синхронизацией обработки видео- и звуковой информации.
- Качество приема может зависеть от приемников ввиду различного поведения функциональных характеристик, в частности, в случае ошибок на пути передачи.

4 Требования пользователей к эксплуатационному контролю

Для эффективного эксплуатационного контроля и измерения радиовещательной цепи важна разработка плана точек измерения. Точки подачи измерительного и тестового сигнала должны быть расположены таким образом, чтобы цепь можно было легко и точно измерить и протестировать. На рисунке 2 представлена упрощенная схема возможных точек измерения при передаче.

РИСУНОК 2

Пример точек контроля и измерения в радиовещательной цепи



ВТ.1790-02

4.1 Общие требования к контролю состояния и качества

В цифровых радиовещательных системах важно, чтобы требования к контролю состояния и качества внутри системы документировались и были понятны операторам. Примерами являются в том числе:

- Возможность контроля в процессе эксплуатации и требуемый ресурс пропускной способности с учетом потока системы.

- Применимость к используемым уровням телевизионной системы, таким как мультимедиа, ТСЧ, ТВЧ, ТСВЧ и 3D-ТВ, а также к соответствующим используемым уровням звуковой системы, таким как моно, стерео, многоканальный звук формата 3/2 и усовершенствованные звуковые системы.
- Применимость к числу и типу используемых звуковых каналов.
- Применимость к любым используемым скоростям кодирования в мезонинном или межсистемном форматах доставки независимо от переменной скорости цифрового потока (VBR) или постоянной скорости цифрового потока (CBR).
- Применимость к используемым скоростям распределения или передачи данных.
- Применимость к используемым параметрам и инструментам кодирования (например, профиль/уровень, структура изображения, диапазон векторов движения).
- Применимость к различным видам обработки сигнала, например кодированию/декодированию сжатия, преобразованию стандартов или форматов, преобразованию формата развертки и т. д.
- Применимость к различным типам программного контента (например, новости, спорт, фильмы).
- Применимость к используемым конфигурациям системы.
- Возможность выявления причин неполадок, неисправностей и ухудшения работы.
- Наличие точной информации для перехода на резервную систему или систему обеспечения устойчивости по результатам контроля.

4.2 Требования к контролю состояния

В цифровых радиовещательных цепях, даже в том случае если контролируемый сигнал соответствует своим техническим требованиям и каждый элемент оборудования функционирует нормально, на последующих ступенях цепи иногда могут возникнуть ошибки.

Пользователи предъявляют следующие требования к контролю состояния:

- Возможность определить, соответствует ли сигнал, включая его характеристики в диапазоне радиочастот, а также синтаксис, своим техническим требованиям.
- Возможность выполнения многоуровневого контроля состояния для комплексного анализа состояния системы.
- Возможность обнаружения ошибок и сообщения об ошибках в маршруте сигнала и при его обработке.
- Возможность контроля эксплуатационного состояния оборудования, включая выявление неполадок.
- Возможность точного обнаружения ошибок и выявления неполадок в короткий промежуток времени (желательно в реальном времени).
- Возможность контролировать каждое устройство обработки или маршрут сигнала в радиовещательной цепи, включая доставку, первичное распределение и передачу.
- Возможность проверки вспомогательных данных (например, содержания радиопередачи данных, субтитров по требованию и EPG).
- Применимость к разным форматам битовых потоков (например, сигналы MPEG-TS и IP/GSE) и сигналов в диапазоне радиочастот в дополнение к моделирующим видео- и звуковым сигналам.
- Возможность обнаружения ошибок, которые не могут быть сразу заметны оператору (например, случайная одиночная ошибка).
- Возможность просмотра вспомогательных данных (например, содержания радиопередачи данных, субтитров по требованию), для того чтобы выяснить, являются ли они такими, какими они были задуманы.

4.3 Требования к контролю качества

Для того чтобы управлять контролем качества цифрового радиовещания, традиционных методов субъективной оценки качества и измерений на основе формы колебаний сигнала, недостаточно из-за возможных ошибок в синтаксисе/логике или на других уровнях. Также могут существовать проблемы несовпадения изображения и звука, возникающего в результате таких процессов, как кодирование и декодирование сигналов и т. д.

Пользователи предъявляют следующие требования к контролю качества:

- Возможность количественной оценки воспринимаемого качества с использованием методов объективной оценки качества или других связанных методов.
- Возможность осуществления систематической объективной оценки качества с точностью, приближающейся к субъективной оценке качества человеком.
- Возможность осуществления оценки воспринимаемого качества, используя лишь битовые потоки (например, транспортные потоки).
- Возможность осуществления оценки воспринимаемого качества, используя лишь соответствующие сигналы (т. е. не эталонные методы).
- Возможность оценки общего аудиовизуального качества (например, синхронизация звука и изображения).
- Возможность обнаружения местонахождения точки ухудшения качества.
- Возможность осуществления оценки воспринимаемого качества, используя лишь модулирующие сигналы.
- Воспроизводимость (т. е. сигналы, следующие друг за другом, не должны оказывать влияния на результат оценки).
- Возможность оценки качества в течение короткого промежутка времени или немедленно.
- Возможность непрерывной оценки качества с учетом того, что ухудшение может не происходить в течение длительных периодов времени.

4.4 Требования к аппаратуре контроля

Аппаратура контроля состояния и качества должна обладать широкими функциональными возможностями и быть компактной, поскольку системы цифрового радиовещания становятся все более совершенными и сложными.

Диапазон приложений для контроля состояния и качества весьма широк, и требования к аппаратуре контроля зависят от каждого конкретного случая в отдельности.

Общие же требования сводятся к следующему:

- Методы контроля не должны нарушать контролируемые сигналы.
- Возможность одновременного измерения качества многих сигналов и используемых каналов.
- Простота в обслуживании.
- Акустическая бесшумность в работе.
- Возможность непрерывной регистрации результатов оценки для дальнейшего анализа.
- Совместимость и функциональное взаимодействие различной аппаратуры или устройств обработки сигнала от разных производителей.
- Гибкость и расширяемость для контроля дополнительного количества сигналов и элементов, когда необходимо.
- Несложный выбор выведенных на устройство отображения элементов из числа элементов, подлежащих контролю.
- Удобное для пользователя устройство отображения состояния и ошибок.
- Работа в реальном времени, а также удобство и простота в использовании.

- Возможность интеграции контролирующей сети с централизованными или распределенными операциями контроля, если это необходимо или желательно.
 - Использование IP (или других цифровых) протоколов связи для оперативной передачи телеметрических данных в центры контроля или между ними.
-