

ПРЕДЛОЖЕНИЕ ПО ПЕРЕСМОТРУ РЕКОМЕНДАЦИИ МСЭ-R SM.1880

Измерение занятости спектра

Вводные замечания

Рекомендация МСЭ-R SM.1880 «Измерение занятости спектра» была принята в 2011 г., а в 2012 г. был принят Отчет МСЭ-R SM.2256 «Измерения и оценка занятости спектра», в котором приведен большой и хорошо проработанный дополнительный материал по данной проблематике и, в частности, по статистической обработке данных измерений для оценки¹ занятости спектра. Представляется весьма полезным в Рекомендации МСЭ-R SM.1880, наряду со Справочником по радиоконтролю МСЭ (издание 2011 г.), привести ссылки и на Отчет МСЭ-R SM.2256, тем более, что в нем прямо указывается на наличие детальных материалов, дополняющих положения этой Рекомендации.

Поскольку в Приложении 1 к Отчету МСЭ-R SM.2256 показана большая важность процедуры обработки результатов измерений для достижения точной и достоверной оценки занятости канала или полосы частот, предлагается включить слова «и оценка» в заголовок Рекомендации МСЭ-R SM.1880 аналогично заголовку Отчета МСЭ-R SM.2256.

Учет результатов анализа, представленного в Приложении 1 к Отчету МСЭ-R SM.2256, позволяет уточнить положения п. 3.4 Рекомендации МСЭ-R SM.1880 «Точность и уровень статистической достоверности», сделав их более ясными и ориентированными на упрощение процедуры измерения занятости канала или полосы частот во всем диапазоне величин занятости от 1% (и менее) до 100%. При этом предлагается ограничиться рассмотрением только случая независимых выборок², опустив данные для зависимых выборок, представленные в п. 3.4 Рекомендации МСЭ-R SM.1880, поскольку ни в этой Рекомендации, ни в Отчете МСЭ-R SM.2256 и в Справочнике по радиоконтролю (2011), не упоминается, чем такие зависимые выборки характеризуются, какие факторы влияют на зависимость их числа от занятости канала и т.д. Более того, публикации в научной литературе, например [1], указывают на то, что учет зависимости между выборками при измерениях занятости спектра не требуется.

Теоретическое обоснование предложений по уточнению положений п. 3.4 Рекомендации МСЭ-R SM.1880 приведено в работе [2].

¹ Evaluation

² Independent samples

Предложение

Предлагаемый проект пересмотра Рекомендации МСЭ-R SM.1880 представлен в Приложении³.

Ссылки:

[1] KIZIMA S.V., KOZMIN V.A., TOKAREV A.V. - The advantages of using the absolute measurement error when estimating the occupancy of the radio-frequency spectrum // Measurement Techniques: Volume 55, Issue 5 (2012), Page 568-573. SpringerLink:

<http://www.springerlink.com/openurl.asp?genre=article&id=doi:10.1007/s11018-012-0003-2>

[2] KOZMIN V.A, PAVLYUK A.P., TOKAREV A.B. [2014] – Optimization of requirements to the accuracy of radio-frequency spectrum occupancy evaluation. (*The paper is in the process of publication in Russian in Electrosviaz Journal. See translation of the manuscript and later – the article into English at the website: <http://www.ircos.ru/en/articles.html>*)

³ Attachment

ПРИЛОЖЕНИЕ⁴

РЕКОМЕНДАЦИЯ МСЭ-R SM.1880-1

Измерение и оценка занятости спектра⁵

(2011 – 20.....)

Сфера применения

Хотя автоматическое измерение занятости спектра не может полностью заменить визуальные наблюдения, оно вполне подходит для большинства случаев. Занятость частотного канала и занятость полосы частот должны иметь достаточный уровень точности, для того чтобы их можно было, в случае необходимости, сравнить или объединить. Используя соответствующий способ и надлежащий метод можно добиться более эффективного использования существующего оборудования.

Ассамблея радиосвязи МСЭ,

учитывая,

- a) что растущий спрос на службы радиосвязи требует максимально эффективного использования радиочастотного спектра;
- b) что эффективное управление использованием спектра может осуществляться удовлетворительно только в том случае, если лица, управляющие использованием спектра надлежащим образом информированы о фактическом использовании спектра и тенденциях в спросе на спектр;
- c) что результаты измерений занятости спектра послужат важным вкладом для:
 - выделений и присвоений частот;
 - проверки жалоб, касающихся блокирования канала;
 - определения степени эффективности использования спектра;
- d) что информация, полученная из баз данных частотных присвоений, не отражает степень загрузки каждого частотного канала;
- e) что некоторые администрации присваивают ту же самую частоту нескольким пользователям для совместного использования;
- f) что желательно сравнить результаты измерений, проведенных разными странами в приграничных районах или, например, в полосах воздушной или морской подвижных служб;
- g) что в настоящее время администрации используют оборудование для автоматического контроля, включая соответствующие методы анализа записей, а также возможность оценки некоторых параметров, которые представляют значительную ценность при обеспечении более эффективного использования спектра;
- h) что при разработке автоматизированной системы сбора данных о занятости спектра для использования их при управлении использованием спектра необходимо определить параметры, которые должны быть измерены, связь между этими параметрами, а также частоту проведения измерений, при которой обеспечивается статистическая достоверность данных;
- j) что процедуры и методы измерения должны быть гармонизированы, с тем чтобы облегчить обмен результатами измерений между разными странами;

⁴ ATTACHMENT

⁵ Spectrum occupancy measurements and evaluation

к) что успешное объединение или сочетание данных контроля зависит не только от формата данных, в котором они хранятся, но также от среды и технических условий, в которых эти данные собираются,

признавая,

а) что в разных странах используются различные принципы и методы измерений занятости частотного канала;

б) что существует конкретный метод получения точных данных о занятости частотного канала и что такие данные, как правило, ложатся в основу для формирования занятости полос частот,

рекомендует,

1 чтобы для измерений занятости спектра использовались процедуры и методы измерения, определенные в Приложении 1;

2 чтобы в качестве руководства по измерению занятости спектра также использовался [Отчет МСЭ-R SM.2256](#) и действующий Справочник по радиоконтролю МСЭ, а соответствующее оборудование отвечало требованиям, упомянутым в этом Справочнике;

3 чтобы использовался общий формат данных, то есть основанный на строке файл ASCII, полученный на основе формата данных радиоконтроля (RMDF), в соответствии с Рекомендацией МСЭ-R SM.1809.

Приложение 1

1 Введение

В настоящем Приложении описываются измерения занятости частотного канала, проводимые с использованием приемника или анализатора спектра. Для каждого частотного шага запоминается уровень сигнала. С помощью постобработки определяется процент времени, в течение которого сигнал превышает определенный пороговый уровень. [Пример процедуры такой постобработки представлен в Отчете МСЭ-R SM.2256 \(Приложение 1\)](#). У различных пользователей канала зачастую возникают разные значения напряженности поля в приемнике. Это дает возможность вычислить и представить занятость, создаваемую различными пользователями.

2 Определения

Измерения занятости частотного канала: Измерения каналов, которые необязательно разнесены на одинаковое расстояние между каналами и, возможно, распределены по нескольким различным полосам частот, производимые для определения того, является ли канал занятым или нет. Цель состоит в том, чтобы измерить как можно больше каналов за возможно короткое время.

Интервал между повторными измерениями: Время, затрачиваемое на просмотр всех предназначенных для измерения каналов (заняты они или нет) и возвращение к первому каналу.

Время наблюдения: Время, необходимое системе для выполнения требуемых измерений в одном канале. Это время включает любые затраты на обработку, например сохранение результатов в память/на диск.

Максимальное число каналов: Максимальное число каналов, которые могут быть просмотрены в течение интервала между повторными измерениями.

Продолжительность передачи: Средняя продолжительность отдельной радиопередачи.

Время накопления данных⁶: Временной интервал, для которого рассчитывается отдельная оценка занятости⁷. Обычно имеет протяженность в 5 или 15 минут.

Длительность контроля: Общее время, в течение которого производятся измерения занятости.

Предварительно установленный пороговый уровень измерения: Если сигнал принимается с уровнем напряженности, превышающим пороговый уровень, канал считается занятым.

Час наибольшей нагрузки: Самый высокий уровень занятости канала в течение 60-минутного периода.

3 Требования

3.1 Оборудование

Без изменений

3.2 Соображения относительно выбора места расположения

Без изменений

3.3 Параметры, связанные со временем

Без изменений

~~3.4 Точность и уровень статистической достоверности~~

~~Между точностью и интервалом между повторными наблюдениями отсутствует линейная зависимость. В случае измерений 100 каналов с достижимым на практике интервалом между повторными измерениями в 1 с, число каналов может быть увеличено до 1000 с интервалом между повторными измерениями в 10 с без чрезмерного воздействия на уровень достоверности/точность.~~

~~Между занятостью и числом выборок существует линейная зависимость, необходимая для достижения требуемого уровня достоверности. Чем ниже занятость, тем больше потребуется выборок.~~

~~В таблице 1 предлагается сравнение независимых выборок, то есть наиболее простого случая, не использующих центральную предельную теорему, и зависимых выборок, использующих цепи Маркова первого порядка, которые мало отличаются от более сложных математических моделей.~~

~~На рисунке 1 показано количество требуемых независимых выборок в сравнении с занятостью спектра при 10% относительной точности и 95% уровне достоверности.~~

⁶ Integration time

⁷ Individual occupancy estimate

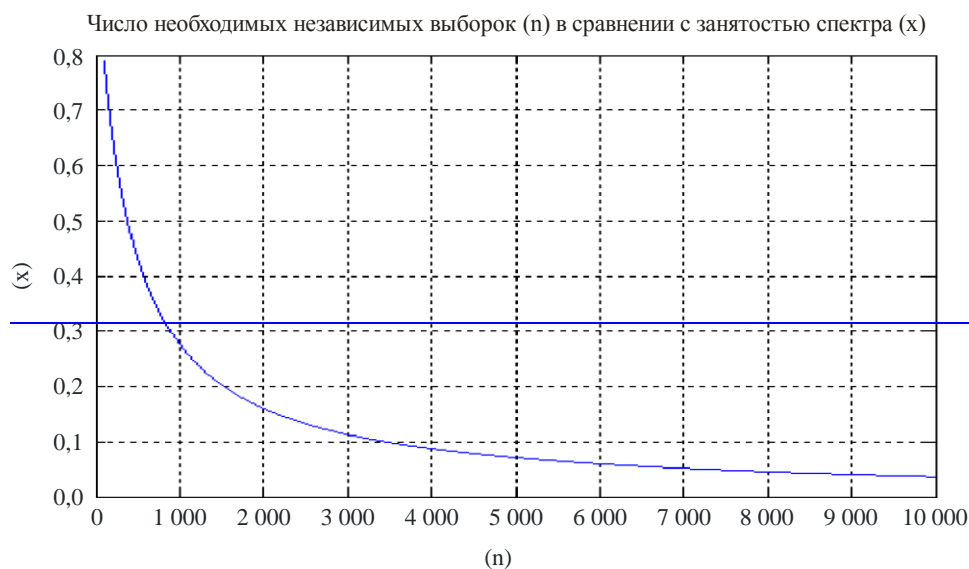
ТАБЛИЦА 1

Число зависимых и независимых выборок, необходимых для достижения 10% относительной точности и 95% уровня достоверности для различного процента занятости (предполагается что период выборки равен 4 с)

Занятость (%)	Число необходимых независимых выборок	Число необходимых зависимых выборок	Количество часов, необходимое для выборки
6,67	5 368	16 641	18,5
10	3 461	10 730	12
15	2 117	6 563	7,3
20	1 535	4 759	5,3
30	849	2 632	2,9
40	573	1 777	2,0
50	381	1 182	1,3
60	253	785	0,9
70	162	466	0,2

РИСУНОК 1

Число необходимых зависимых и независимых выборок в сравнении с занятостью спектра при 10% относительной точности и 95% уровне достоверности



SM.1880-01

3.4 Точность, уровень статистической достоверности и необходимое число выборок

На практике, результатом сбора и обработки данных при измерениях занятости радиоканала (или полосы частот) является не само истинное значение занятости SO , а её оценка⁸ – случайная величина, значения которой в отдельных сессиях измерений, т.е. за время накопления данных, могут существенно отклоняться от SO . Качество измерений характеризуется при этом точностью Δ_{SO} .

⁸ Estimate

определяющей сколь большие отклонения оценок от истинного значения SO считаются допустимыми, и достоверностью (доверительной вероятностью), указывающей с какой минимальной вероятностью оценки занятости обязаны попадать в интервал от $(SO - \Delta_{SO})$ до $(SO + \Delta_{SO})$, который называют доверительным интервалом.

Даже в случаях, когда за время накопления данных аппаратура мониторинга обеспечивает лишь небольшое количество выборок данных, расчет оценки занятости будет давать некоторые значения, в той или иной степени характеризующее занятость радиоканала. Однако подобные значения будут соответствовать истинному значению занятости SO лишь в среднем по большому числу сессий измерений, а значения, получаемые в большинстве отдельных сессий измерений, т. е. в периоды времени накопления данных, могут значительно отклоняться от SO . С другой стороны, если использовать аппаратуру, способную за время накопления данных произвести значительно большее, чем это реально необходимо, число выборок, то точность и достоверность измерений окажутся избыточно большими при чрезмерных затратах вычислительных ресурсов. Итак, измерения целесообразно производить при некотором оптимальном числе выборок.

Дополнительной трудностью при рассмотрении вопросов, связанных с точностью и достоверностью измерений занятости, является то обстоятельство, что все величины, как сама измеряемая занятость, так и погрешности (абсолютная и относительная), а также уровень достоверности, имеют выражение в процентах. Поэтому деятельность по данной тематике требует повышенного внимания.

Для обеспечения достаточно точных и достоверных измерений при экономном использовании вычислительных ресурсов, необходимо принимать во внимание следующее.

Точность и достоверность оценок занятости определяются не только числом выборок, получаемых за время накопления данных, но также и характером наблюдаемых в радиоканале сигналов. Самые высокие требования к числу накапливаемых выборок и к быстрдействию аппаратуры мониторинга возникают при наличии в анализируемых радиоканалах преимущественно импульсных сигналов, имеющих длительность менее тысячной доли от времени накопления данных. Такой вид анализируемых сигналов характерен и для задачи измерения занятости полосы частот. В этом случае количество выборок, необходимых для точных и достоверных измерений, определяется, при прочих равных условиях, реальным уровнем занятости канала. Если же в радиоканале наблюдаются протяженные сигналы, то необходимое количество выборок зависит в первую очередь от среднего числа сигналов, наблюдаемых за время накопления данных, и обычно заметно меньше, чем для случая импульсных сигналов. Информацию и рекомендации по оценке занятости при наличии в канале протяженных сигналов, а также в условиях неравномерного по времени взятия выборок, можно найти в Приложении 1 Отчета МСЭ-R SM.2256. Ниже, если это не оговаривается особо, рассматривается наиболее неблагоприятный случай наличия импульсных сигналов.

Требования к точности оценок обычно устанавливают в форме ограничений фиксированных значений предельно допустимой относительной погрешности (прежняя версия данной Рекомендации) или абсолютной погрешности (Приложение 1 Отчета МСЭ-R SM.2256). В таблице 1 приведены результаты расчета числа независимых выборок, необходимых для обеспечения 10% относительной и 1% абсолютной погрешности измерений в зависимости от занятости радиоканала.

Как следует из этой таблицы, ограничение относительной погрешности фиксированной величиной (10%) при малых значениях занятости (менее 5%) ведет к существенному увеличению необходимого числа выборок ввиду того, что в этом случае очень малой оказывается результирующая абсолютная погрешность. В то же время, для обеспечения аналогичной точности при больших значениях занятости (более 30%) требуется весьма малое число выборок. Напротив, ограничение абсолютной погрешности фиксированной величиной (1%) ведет к увеличению необходимого числа выборок при больших значениях занятости (более 20%), поскольку в этом случае малые значения приобретает результирующая относительная погрешность. В то же время, для обеспечения такой точности при малой занятости (менее 3%) требуется небольшое число выборок.

ТАБЛИЦА 1

Количество выборок, необходимое для достижения не более чем 10% относительной погрешности δ_{so} , либо 1% абсолютной погрешности Δ_{so} при 95% уровне достоверности

<u>Занятость канала, %</u>	<u>Требуемая относительная погрешность $\delta_{so} = 10\%$</u>		<u>Требуемая абсолютная погрешность $\Delta_{so} = 1\%$</u>	
	<u>Результирующая величина абсолютной погрешности, %</u>	<u>Число необходимых независимых выборок</u>	<u>Результирующая величина относительной погрешности, %</u>	<u>Число необходимых независимых выборок</u>
<u>1</u>	<u>0,1</u>	<u>38047</u>	<u>100,0</u>	<u>380</u>
<u>2</u>	<u>0,2</u>	<u>18832</u>	<u>50,0</u>	<u>753</u>
<u>3</u>	<u>0,3</u>	<u>12426</u>	<u>33,3</u>	<u>1118</u>
<u>4</u>	<u>0,4</u>	<u>9224</u>	<u>25,0</u>	<u>1476</u>
<u>5</u>	<u>0,5</u>	<u>7302</u>	<u>20,0</u>	<u>1826</u>
<u>10</u>	<u>1,0</u>	<u>3 461</u>	<u>10,0</u>	<u>3 461</u>
<u>15</u>	<u>1,5</u>	<u>2 117</u>	<u>6,7</u>	<u>4900</u>
<u>20</u>	<u>2,0</u>	<u>1 535</u>	<u>5,0</u>	<u>6149</u>
<u>30</u>	<u>3,0</u>	<u>849</u>	<u>3,3</u>	<u>8071</u>
<u>40</u>	<u>4,0</u>	<u>573</u>	<u>2,5</u>	<u>9224</u>
<u>50</u>	<u>5,0</u>	<u>381</u>	<u>2,0</u>	<u>9608</u>
<u>60</u>	<u>6,0</u>	<u>253</u>	<u>1,7</u>	<u>9224</u>
<u>70</u>	<u>7,0</u>	<u>162</u>	<u>1,4</u>	<u>8071</u>
<u>80</u>	<u>8,0</u>	<u>96</u>	<u>1,3</u>	<u>6149</u>
<u>90</u>	<u>9,0</u>	<u>43</u>	<u>1,1</u>	<u>3459</u>

С целью сокращения необходимого числа выборок во всем диапазоне изменений занятости напрашивается решение объединить обе эти концепции, т.е. для малых величин занятости производить оценку, ограничивая допустимую абсолютную погрешность, а для больших величин занятости – ограничивая допустимую относительную погрешность. Если переход с одного типа ограничений на другой осуществлять на уровне занятости в 10%, то необходимое количество выборок будет определяться значениями, выделенными в таблице 1 жирными шрифтом, что вполне приемлемо с практической точки зрения.

При таком подходе увеличивается относительная погрешность оценивания для малых значений занятости, но, с практической точки зрения, с этим вполне можно мириться, поскольку абсолютная погрешность оценивания при этом мала. Так, для занятости равной 2% соответствующие относительной погрешности 50% границы доверительного интервала оценивания в 1% и 3% все равно характеризуют весьма малую занятость канала, и вряд ли целесообразно тратить значительный дополнительный расчетный ресурс для подтверждения этого очевидного факта с несколько большей точностью, выражаемой только десятными долями процента.

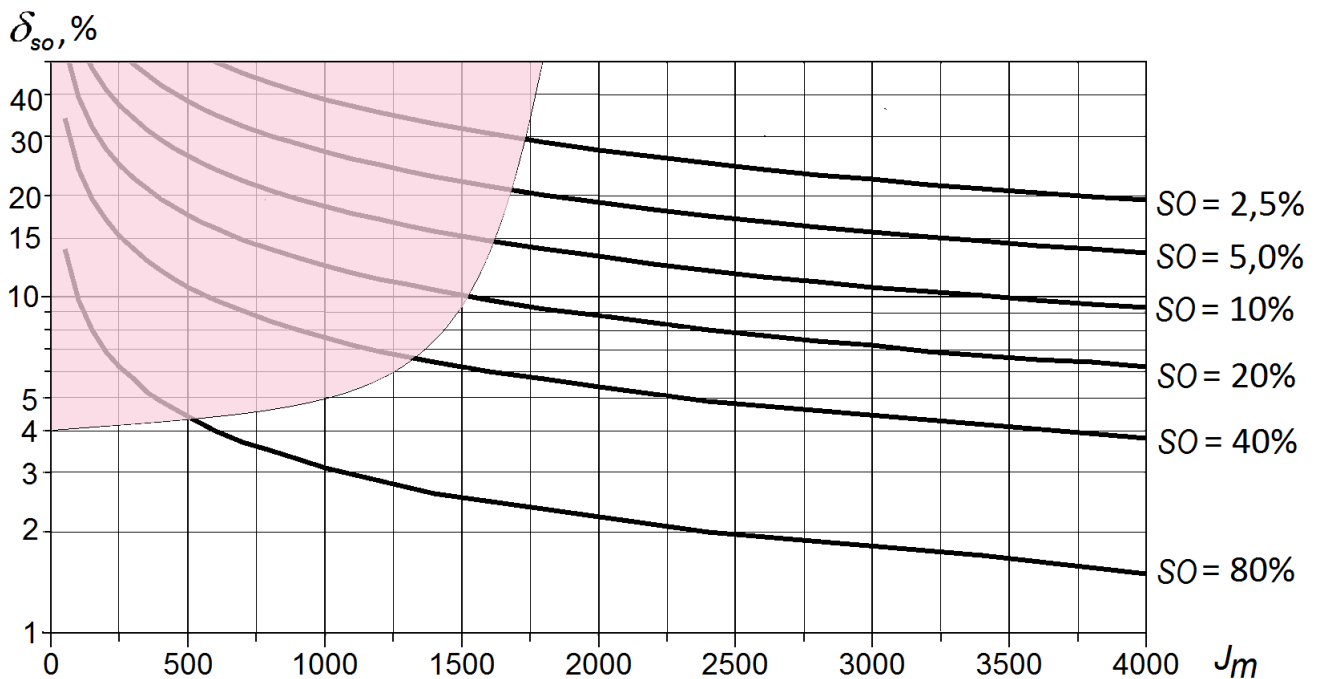
Смысл приведенного в таблице 1 жирным шрифтом необходимого количества выборок можно пояснить следующим образом. Если нет предварительной информации о занятости анализируемого канала, то

при её оценке по 1000 выборок, точность измерений для значений занятости около 27% и 3% будет примерно такой, как это указано в таблице 1, т.е. примерно 10% относительной погрешности для 27% занятости и примерно 1% абсолютной погрешности для занятости равной 3%. Большие, чем 27%, величины занятости будут измеряться с меньшей (чем 10%) относительной погрешностью, а меньшие, чем 3%, величины занятости – с меньшей (чем 1%) абсолютной погрешностью. Для радиоканалов с занятостью от 3% до 27% измерения будут характеризоваться превышающей 10% относительной погрешностью и превышающей 1% абсолютной погрешностью.

В целом, погрешности измерений для разных значений занятости и разного числа обрабатываемых выборок данных можно оценить с помощью графика, приведенного на рисунке 1. В левой верхней части этого рисунка размещается затененная запретная зона, указывающая, что оценивать занятость по столь малому количеству выборок не рекомендуется из-за неприемлемого возрастания погрешности.

РИСУНОК 1

Зависимость относительной погрешности оценок занятости ($\delta_{so}, \%$) от количества накопленных выборок (J_m) при 95% уровне достоверности для каналов с импульсными сигналами



Анализируя представленные в таблице 1 зависимости необходимого числа выборок от занятости канала, легко заметить, что среди выделенных жирным шрифтом наибольшее значение (3461) соответствует занятости равной 10%. Это означает, что выбрав, с запасом, несколько большую величину, например 3600 выборок (что соответствует взятию отсчетов 4 раза в секунду за период 15 минут), её можно использовать как единое универсальное число выборок для всего диапазона изменения занятости от 1% (и меньше) до 100%. При этом погрешность измерений будет ниже 10% относительной погрешности для каналов с занятостью, превышающей 10%, и ниже 1% абсолютной погрешности для каналов с занятостью менее 10%. Уменьшение занятости (от 10%) будет сопровождаться последовательным уменьшением абсолютной погрешности оценок, а увеличение занятости (по отношению к 10%) – последовательным уменьшением относительной погрешности. Конкретные расчетные величины результирующих погрешностей приведены в левой части таблицы 2 жирными цифрами.

ТАБЛИЦА 2

Соответствующие уровню достоверности в 95% погрешности измерения занятости, достигаемые при оценке занятости ровно по 3600 и 1800 выборкам данных

<u>Занятость,</u> <u>%</u>	<u>Число выборок 3600</u>		<u>Число выборок 1800</u>	
	<u>Обеспечиваемая</u> <u>абсолютная</u> <u>погрешность, %</u>	<u>Обеспечиваемая</u> <u>относительная</u> <u>погрешность, %</u>	<u>Обеспечиваемая</u> <u>абсолютная</u> <u>погрешность, %</u>	<u>Обеспечиваемая</u> <u>относительная</u> <u>погрешность, %</u>
<u>1</u>	<u>0,33</u>	<u>32,5</u>	<u>0,46</u>	<u>46,0</u>
<u>2</u>	<u>0,46</u>	<u>22,9</u>	<u>0,65</u>	<u>32,3</u>
<u>3</u>	<u>0,56</u>	<u>18,6</u>	<u>0,79</u>	<u>26,3</u>
<u>4</u>	<u>0,64</u>	<u>16,0</u>	<u>0,91</u>	<u>22,6</u>
<u>5</u>	<u>0,71</u>	<u>14,2</u>	<u>1,01</u>	<u>20,1</u>
<u>10</u>	<u>0,98</u>	<u>9,8</u>	<u>1,39</u>	<u>13,9</u>
<u>15</u>	<u>1,17</u>	<u>7,8</u>	<u>1,65</u>	<u>11,0</u>
<u>20</u>	<u>1,31</u>	<u>6,5</u>	<u>1,85</u>	<u>9,2</u>
<u>30</u>	<u>1,50</u>	<u>5,0</u>	<u>2,12</u>	<u>7,1</u>
<u>40</u>	<u>1,60</u>	<u>4,0</u>	<u>2,26</u>	<u>5,7</u>
<u>50</u>	<u>1,63</u>	<u>3,3</u>	<u>2,31</u>	<u>4,6</u>
<u>60</u>	<u>1,60</u>	<u>2,7</u>	<u>2,26</u>	<u>3,8</u>
<u>70</u>	<u>1,50</u>	<u>2,1</u>	<u>2,12</u>	<u>3,0</u>
<u>80</u>	<u>1,31</u>	<u>1,6</u>	<u>1,85</u>	<u>2,3</u>
<u>90</u>	<u>0,98</u>	<u>1,1</u>	<u>1,39</u>	<u>1,5</u>

В подавляющем большинстве случаев в качестве единого универсального числа выборок вполне возможно использовать и в два раза меньшую величину, а именно 1800 выборок, что соответствует взятию отсчетов 2 раза в секунду за период 15 минут, позволяя использовать менее быстродействующую аппаратуру. Расчетные величины результирующих погрешностей для 1800 выборок приведены в правой части таблицы 2. При использовании 1800 выборок вместо 3600 абсолютные погрешности оценок увеличиваются в $\sqrt{2} \approx 1,41$ раз, а превышение относительной погрешностью величины 10% для малых значений занятости начинается не с 10%, а с 17%. Тем не менее, и при 1800 выборках соответствующие величины абсолютной погрешности остаются достаточно малыми, отличаясь от случая 3600 выборок лишь на десятые доли процента, что является вполне приемлемым для практических целей. Кроме того, как следует из рисунка 1, результирующие величины относительных погрешностей для 1800 выборок не попадают в запретную зону, что подтверждает их пригодность.

Как уже отмечалось выше, приведенные в таблице 2 величины соответствуют измерению занятости каналов с импульсными сигналами. Для каналов с протяженными сигналами абсолютные погрешности оценок обратно пропорциональны количеству обрабатываемых выборок и, как видно из рисунка 2, могут быть существенно меньше, чем для импульсных сигналов. Если заведомо известно, что в канале имеют место именно такие сигналы, то число выборок может быть уменьшено до 600,

что следует из данных таблицы 3. В ней приведены рассчитанные значения относительной и абсолютной погрешностей в зависимости от занятости канала и отношения τ_s/T_I , где τ_s - длительность каждого протяженного сигнала, которые в использованной модели считаются равными, а T_I - время накопления данных. Из таблицы 3 видно, что погрешности измерений существенно уменьшаются с увеличением относительной длительности протяженных сигналов.

РИСУНОК 2

Абсолютная погрешность Δ_{SO} оценивания занятости радиочастотного спектра с достоверностью 95% на основе 1800 выборок при импульсных сигналах в канале (1), либо при 500 (2), 250 (3), 100 (4) или 30 (5) протяженных сигналах в канале за время накопления данных

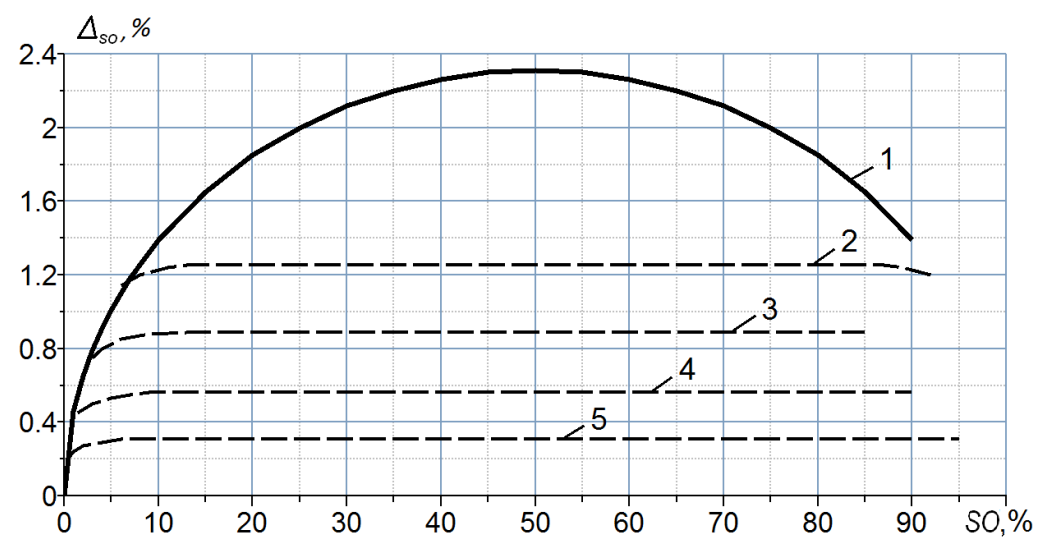


ТАБЛИЦА 3

Погрешность, соответствующая уровню достоверности в 95%, наблюдаемая при оценке занятости в канале с протяженными сигналами, имеющими длительность не менее указанного значения отношения τ_s/T_I по 600 выборкам данных

<u>Занятость канала, %</u>	<u>$\tau_s/T_I = 0,0025$</u>		<u>$\tau_s/T_I = 0,01$</u>	
	<u>Обеспечиваемая абсолютная погрешность, %</u>	<u>Обеспечиваемая относительная погрешность, %</u>	<u>Обеспечиваемая абсолютная погрешность, %</u>	<u>Обеспечиваемая относительная погрешность, %</u>
<u>1</u>	<u>0,34</u>	<u>33,64</u>	<u>0,17</u>	<u>16,82</u>
<u>2</u>	<u>0,48</u>	<u>23,79</u>	<u>0,24</u>	<u>11,89</u>
<u>3</u>	<u>0,58</u>	<u>19,42</u>	<u>0,29</u>	<u>9,71</u>
<u>4</u>	<u>0,67</u>	<u>16,82</u>	<u>0,34</u>	<u>8,41</u>
<u>5</u>	<u>0,75</u>	<u>15,04</u>	<u>0,38</u>	<u>7,52</u>
<u>10</u>	<u>1,06</u>	<u>10,64</u>	<u>0,53</u>	<u>5,32</u>
<u>15</u>	<u>1,30</u>	<u>8,69</u>	<u>0,65</u>	<u>4,34</u>
<u>20</u>	<u>1,50</u>	<u>7,52</u>	<u>0,75</u>	<u>3,76</u>
<u>30</u>	<u>1,84</u>	<u>6,14</u>	<u>0,92</u>	<u>3,07</u>
<u>40</u>	<u>2,13</u>	<u>5,32</u>	<u>1,06</u>	<u>2,66</u>
<u>50</u>	<u>2,38</u>	<u>4,76</u>	<u>1,19</u>	<u>2,38</u>
<u>60</u>	<u>2,61</u>	<u>4,34</u>	<u>1,30</u>	<u>2,17</u>
<u>70</u>	<u>2,81</u>	<u>4,02</u>	<u>1,41</u>	<u>2,01</u>
<u>80</u>	<u>3,01</u>	<u>3,76</u>	<u>1,50</u>	<u>1,88</u>
<u>90</u>	<u>3,19</u>	<u>3,55</u>	<u>1,60</u>	<u>1,77</u>

В заключение следует отметить, что использование концепции «плавающих» значений погрешностей при оценке качества измерений занятости, позволяет не только существенно сократить число необходимых выборок, но и предложить три фиксированных значения числа выборок, которые могут служить как универсальные для всего диапазона величин занятости от 1% (и меньше) до 100%. Это должно существенно упростить работу операторов при измерении занятости каналов или полос частот.

3.5 Соображения, касающиеся измерений занятости

Без изменений

3.6 Представление и анализ собранных данных

Без изменений