

Работа выполнена при поддержке Министерства образования и науки РФ в рамках договора № 02.G25.31.0124 от 3 декабря 2014 г. (в соответствии с Постановлением Правительства Российской Федерации от 9 апреля 2010 г. № 218).

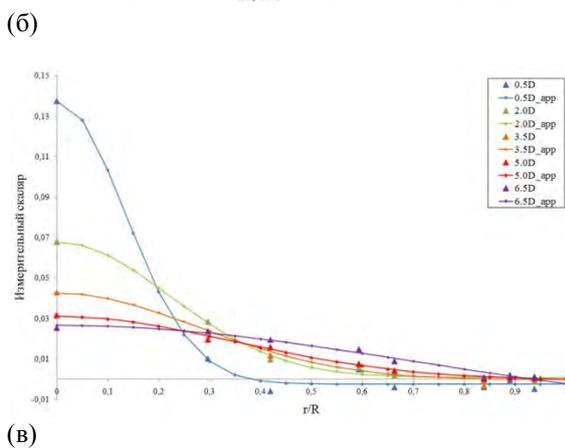
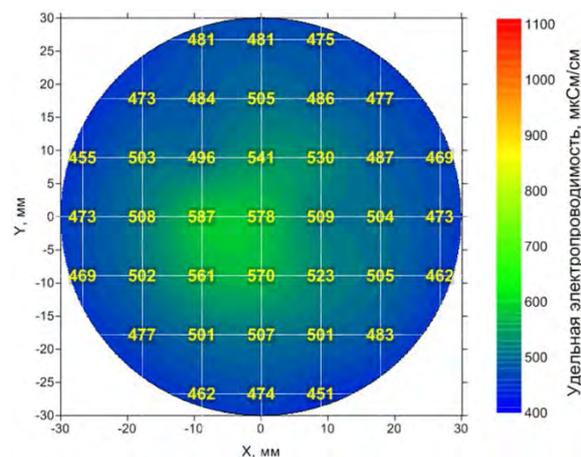
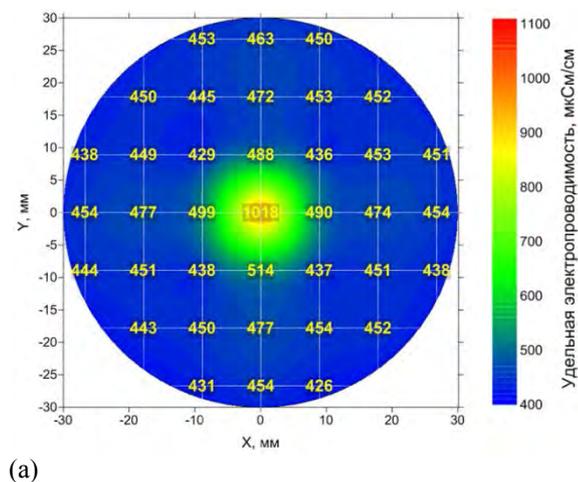


Рисунок 2 – Дисперсия примеси в турбулентном потоке: (а) – картограммы интерполированного осредненного распределения проводимости в сечении 0,5D, (б) – в сечении 5D от места впуска трассера; (в) – осредненные графики распределения измерительного скаляра и аппроксимации (на рис. «app») функцией Гаусса;  $D$  – гидравлический диаметр канала;  $r/R$  – относительное расстояние по радиусу канала

**Список использованных источников**

1. «Развитие стендовой базы НГТУ им. Р.Е.Алексеева для верификации CFD программ // С.М.Дмитриев [и др.]. – сборник тезисов НТС «Проблемы верификации и применения CFD-кодов в атомной энергетике». – Н.Новгород, 2016. – с.17-18.
2. G. Taylor. The dispersion of matter in turbulent flow through a pipe. Proceedings of the Royal Society of London. – 1954. – P. 446-468.

УДК 681

**КОМПЛЕКСНЫЙ СТАТИСТИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА АУДИОСИГНАЛОВ В СФЕРЕ ТЕЛераДИОВЕЩАНИЯ**

**Бобрикович А.А., Гусев О.К.**

*Белорусский национальный технический университет  
Минск, Республика Беларусь*

В основу метода контроля качества передачи звуковых сигналов положено комплексное статистическое оценивание параметров сигнала, определяющих, в конечном итоге, оценку качества его передачи слушателем. В процессе оценки используются наиболее информационно значимые параметры из многочисленных характеристик сигнала. По результатам измерений формируется многомерное векторное пространство, определяющее область существования сигнала.

Такой подход лежит в основе метода комплексного статистического контроля качества аудиосигналов (МКСК).

Комплексный статистический контроль включает в себя комплексный анализ статистических и спектральных параметров сигнала, а также параметров формы сигнала и оценку их изменения в результате передачи сигнала по каналам и трактам с адаптивно изменяющимися при проведении контроля характери-

стиками. Статистический контроль дополняется введением шкалирования полученных параметров по известным оценкам качества передачи конкретных звучаний и результатам субъективно статистических испытаний (ССИ). Такой подход к оценке качества передачи звуковых сигналов во многих случаях остается единственно возможным, так как многообразие возможных помех и искажений сигнала в каналах передачи делает малообъективной любую оценку, сформированную вне воспринимающего субъекта или его модели. А корреляция результатов ССИ и МКСК не только выводит на качественно новый уровень сам процесс проведения измерений и представления результатов контроля, но также предполагает дальнейшее стремительное развитие данного метода наряду с развитием вычислительной мощности аппаратуры комплексного статистического контроля (АКСК). [2].

В соответствии с МКСК, по результатам анализа изменений статистических характеристик сигнала формируется обобщенная оценка заметности изменений сигнала в процентах и «балльная оценка» качества передачи по 5-балльной шкале. В качестве измерительного инструмента МКСК используется АКСК, осуществляющий вычисление, построение и анализ статистических характеристик ряда параметров, а также изменений этих характеристик на основе сравнения искаженного в канале и исходного сигналов (программно-аппаратный комплекс Spectralab).

Полученные оценки отображаются на дисплее АКСК, на экран также выводится оценка коэффициента передачи канала, сформированная по реальному сигналу. В случае выхода оценки за пределы допуска, для канала данного класса конкретизируются параметры сигнала, определяющие ее снижение, и предлагаются рекомендации по необходимой коррекции характеристик канала передачи.

Измерения могут производиться как с выведением, так и без выведения канала из эксплуатации, возможен также экспресс-контроль канала в процессе эксплуатации по ограниченному набору рекомендуемых параметров.

При проведении измерений с выведением канала из эксплуатации АКСК подключается к входу и выходу канала, по которому осуществляется передача специально подготовленной испытательной программы, входящей в комплектацию (базу данных) АКСК. В программу включены сигналы, обеспечивающие наиболее полный контроль свойств канала.

После приема испытательной программы аппаратурой комплексного статистического контроля (ИП АКСК) на приемной стороне, сравнивая статистические свойства переданного и принятого сигналов, автоматически формирует оценку заметности изменений сигнала и балль-

ную оценку качества передачи. При расчетах используется испытательные программы (ИП) из имеющейся базы данных.

В случае выхода оценки за пределы допуска для канала данного класса конкретизируются параметры сигнала, определяющие ее снижение, и предлагаются рекомендации по необходимой коррекции характеристик канала передачи.

При проведении измерений без выведения канала из эксплуатации, контроль осуществляется с использованием реального вещательного сигнала, передаваемого по каналу передачи. АКСК подключается к входу и выходу канала и производит сбор статистики о свойствах сигнала на длительности, соответствующей интервалу стационарности для данной программы. Длительность интервала стационарности определяется в АКСК автоматически по отсутствию изменений в статистических свойствах сигнала. Для программ радио это 1...2 часа. Структурная схема организации измерений приведена на рисунке 1.



Рисунок 1 – Структурная схема организации измерений без выведения канала из эксплуатации. АКСО – блок аппаратно-программного комплекса

Статистические параметры аудиосигналов, использованные в рамках МКСК позволяют определить степень искажения сигнала в канале передачи, и, что не мало важно, результаты возможной коррекции этих искажений. [4].

Результаты исследования эффективности обработки звуковых сигналов с использованием автокорректоров уровня и аудиопроцессоров, применяемых на каналах телерадиовещания приведены на рисунке 2.

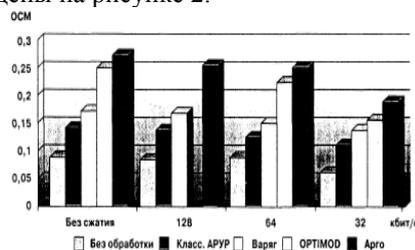


Рисунок 2 – Результаты предварительной обработки аудиосигналов в канале передачи программ

Использовались модель стандартной классической обработки (АРУР), АП OPTIMOD (ORBAN – США), цифровой ограничитель «ВАРЯГ» и АП «АРГО».

Из гистограммы следует, что предварительная обработка звуковых сигналов позволяет по-

высится относительную среднюю мощность (ОСМ), которая затем уменьшается в канале пропорционально используемой скорости передачи цифрового потока.

Объективная оценка изменений звуковых сигналов в каналах передачи, близкая к результатам объемных ССИ, может быть получена с использованием статистических распределений определенного количества параметров. При этом важен тот факт, что при соблюдении основных пунктов методики измерений, трудоемкость формирования такой оценки и конечная стоимость проведения измерений существенно ниже, а точность и повторяемость гораздо выше, чем при проведении ССИ.

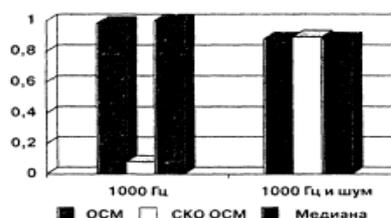


Рисунок 3 – Результаты измерений ОСМ гармонического сигнала и наложения сигнал/шум

На рисунке 3 приведены результаты измерений ОСМ гармонического сигнала 1000 Гц и такого же сигнала, но с подмешанным розовым шумом мощностью 2% от мощности сигнала. [1].

В результате получается, что введение шумовой составляющей четко фиксируется параметрами распределения. Поэтому интегральные статистические распределения являются основной альтернативой традиционным измерениям при определении качества передачи в каналах, не сохраняющих форму сигнала, т.е. практически всех современных аналоговых и цифровых каналов [3].

1. Попов О. Б. Рихтер С. Г. «Цифровая обработка сигналов в трактах звукового вещания» – М.: Горячая линия – Телеком, 2011. – 306 с.
2. Бобрикович А. А. Гусев О. К. Воробей Р. И. «Метод комплексного статистического контроля качества аудиоаппаратуры»// Сборник тезисов. – Приборостроение 2015. Минск. С. ..
3. Architectural acoustic: Databook / Elsevier Academic Press. – Marshall Long, 2006. – 761 с.
4. Ковалгин Ю. А. Вологдин Э. И. «Аудиотехника» – М.: Горячая линия – Телеком, 2013. – 696 с.

УДК 621.384.3: 616.073.65

## МОНИТОРИНГ МЕТОДИК УСКОРЕННОЙ ДЕГРАДАЦИИ СВЕТОДИОДОВ ТЕРМОГРАФАМИ С РАЗНОЙ СПЕКТРАЛЬНОЙ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТЬЮ

Бумай Ю.А.<sup>1</sup>, Куклицкая А.Г.<sup>1</sup>, Бернацкая М.Д.<sup>1</sup>, Трофимов Ю.В.<sup>2</sup>, Цвирко В.И.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Белорусский национальный технический университет

<sup>2</sup>РНПУП «Центр светодиодных и оптоэлектронных технологий НАН Беларуси»

Минск, Республика Беларусь

Разработка методик ускоренной деградации светоизлучающих диодов (СИД) необходима для оценки их качества, чтобы при включении в состав светодиодных излучателей гарантировать долговременную эксплуатацию последних с сохранением спектральных и светотехнических характеристик [1].

Методика ускоренной деградации СИД за счет перегрева излучающего кристалла из-за наличия на поверхности линзы слоя мелкодисперсных частиц моделирует реальные условия эксплуатации светодиодных излучателей в производственных помещениях, при которых на внешней поверхности рассеивателя образуется слой пыли и сажи.

При отработке методики проводились модельные эксперименты, в которых на поверхность линзы СИД наносился слой сажи, полученной при сжигании камфары, и исследовались зависимости поверхностного разогрева от величины питающего тока для СИД

с монохроматическим излучением - НМНР-Е1LG Helio и СИД со сложным спектральным излучением - MX6 Cree cool white (белого свечения).

Мониторинг разогрева излучающей поверхности СИД осуществлялся термографами с различной спектральной чувствительностью - ИРТИС-2000 (РФ) и ThermaCAM A325 фирмы FLIR-systems (США). Тепловизор ИРТИС-2000 чувствителен к инфракрасному излучению в диапазоне длин волн 3-5 мкм, спектральный диапазон тепловизора ThermaCAM A325 - 7,5-13 мкм. Кроме различной спектральной чувствительности, указанные термографы характеризуются практически совпадающими температурной чувствительностью, диапазоном измеряемых температур и погрешностью измерения.

Мониторинг предполагал регистрацию серии термограмм излучающей поверхности СИД различного свечения при наличии слоя