

использовался тепловизор MobIR M4 (разрешение  $0,12^{\circ}\text{C}$ ), показывающий распределение температурных полей по поверхности образцов в спектральном диапазоне  $8...12$  мкм. Источник инфракрасного излучения генерировал направленный поток воздуха с температурой  $80^{\circ}\text{C}$  при температуре окружающей среды  $24^{\circ}\text{C}$ . Нагревание исследуемых образцов производилось равномерно, до стабилизации температуры поверхности образца. Были получены термограммы комбинированных покрытий на основе штукатурной смеси с добавлением вспученного вермикулита толщиной 10 мм (образец № 1), 20 мм (образец №2) и 30 мм (образец №3). Установлено, что для образца № 1 кратность снижения температуры экрана относительно температуры источника излучения составила 2,4 раза. Увеличение толщины образца в 2 раза (образец № 2) позволяет увеличить кратность снижения температуры до 4,3 раз, а при толщине образца 30 мм (образец №3) — до 6 раз. Установлено, что в диапазоне частот  $8...17$  ГГц образец №3 обладает наилучшими значениями коэффициента отражения ЭМИ ( $-8...-10$  дБ) при значениях коэффициента передачи ЭМИ  $-5...-10$  дБ.

Полученные результаты исследований позволяют предложить применение разработанных комбинированных покрытий с экранирующими свойствами в диапазоне частот  $8...17$  ГГц и диапазоне длин волн  $8...12$  мкм для отделки жилых и производственных помещений.

### **ВЛИЯНИЕ ВЛАГОСОДЕРЖАНИЯ ВОЛОКНИСТЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ИХ ДИЭЛЕКТРИЧЕСКУЮ ПРОНИЦАЕМОСТЬ**

И.А. Грабарь, Н.В. Насонова

При разработке экранов ЭМИ важно учитывать особенности взаимодействия электромагнитного излучения сверхвысокочастотного диапазона с водными структурами в различных состояниях. Взаимодействие воды с электромагнитным излучением различных диапазонов связано с тем, что вода представляет собой полярный диэлектрик с максимумом потерь в диапазоне СВЧ.

Целью работы являлось исследование изменения диэлектрической проницаемости пористых волокнистых материалов в зависимости от концентрации воды и ее структуры.

Для проведения исследований были изготовлены образцы размером  $50\times 50$  см. В качестве образцов использовались волокнистые матрицы на основе синтетических и натуральных волокон с различной концентрацией водного раствора в объеме ткани. Толщина образцов составляла 1,3 мм и 1,2 мм соответственно. Влажность матриц изменялось в пределах  $10...55\%$  мас. с шагом 5%.

В ходе исследования были получены частотные зависимости комплексных параметров диэлектрической проницаемости для исследованных волокнистых матриц с различным влажностью.

Результаты исследований на частоте 10 ГГц показали, что увеличение влажности волокнистой матрицы выражается в росте величины диэлектрической проницаемости от  $2,5...10$  для влажности  $10...40\%$  мас. до  $20...40$  при максимальном насыщении пористой матрицы водой ( $50...70\%$  мас.). Зависимость диэлектрической проницаемости водосодержащих целлюлозных матриц от массовой доли воды также нелинейна и в диапазоне влажностей  $15...55\%$  диэлектрическая проницаемость увеличивается с 15 до 58 с точкой кроссовера в области 40% мас.

Характер полученных кривых показывает значительное влияние связанной воды на диэлектрическую проницаемость влажностных волокнистых материалов, что должно учитываться при разработке математической модели диэлектрических свойств исследуемых материалов.

### **АНАЛИЗ ДИНАМИЧЕСКИХ ОШИБОК САМОНАСТРОЙКИ ДВУХКАНАЛЬНОГО АВТОКОМПЕНСАТОРА МЕШАЮЩИХ ИЗЛУЧЕНИЙ**

И.Н. Давыденко, А.П. Шумский

В докладе рассматривается анализ влияния динамических ошибок самонастройки весовых коэффициентов на эффективность двухканального автокомпенсатора мешающих излучений, реализующего критерий минимума остатков помехи и градиентный метод самонастройки. Анализ проводится для случая вращающихся линейной синфазной антенны и двух дополнительных слабонаправленных антенных элементов, которые используются для реализации компенсационных каналов. Получены выражения для оценки влияния динамических ошибок на мощность остатков компенсации двух точечных источников некоррелированных помех, а также характеристики задающих воздействий контуров самонастройки.

В докладе сделаны выводы, что зависимость мощности остатков компенсации, обусловленная динамическими ошибками самонастройки, от углового рассогласования источников помех, носит экстремальный характер. Первый экстремум соответствует угловому рассогласованию помех, существенно меньшему ширины диаграммы направленности основной антенны и объясняется невозможностью подавления одной зоной угловой режекции одновременно двух источников помех. Второй экстремум является неограниченным и соответствует угловому рассогласованию помех, при котором коэффициент пространственной корреляции помех равен минус единице и равно нулю второе собственное значение корреляционной матрицы помеховых сигналов.

#### Литература

1. Давыденко И.Н., Костромичский С.М. Математическая модель многоканального автокомпенсатора помех // Электроника инфо. Минск, 2010. № 3, С. 64–66.
2. Шумский А.П., Давыденко И.Н. Оптимизация пространственной структуры компенсатора двух источников узкополосного излучения // Доклады БГУИР, 2013.

### БАЗА АЛЛОФОНОВ ДЛЯ СИНТЕЗА РЕЧЕПОДОБНЫХ СИГНАЛОВ НА БЕЛОРУССКОМ ЯЗЫКЕ

Г.В. Давыдов, П.С. Какоренко, В.А. Попов, А.В. Потапович

Синтез речеподобных сигналов необходимо выполнять с учётом вероятностей длины предложений и длины слов в белорусском языке, а также вероятностей появления определённых аллофонов.

Основной особенностью белорусского языка в отличие от русского является его напевность более продолжительное звучание гласных и согласных фонем, отсутствие напряженности при звукообразовании, сильное смягчение. Поэтому базы аллофонов для белорусского языка будут сильно отличаться от баз аллофонов для русского языка. В связи с этим для защиты речевой информации на белорусском языке следует использовать базы аллофонов созданные специально для белорусского языка.

В белорусском языке отсутствует мягкая и твёрдая фонема Г, вместо неё используется мягкая и твёрдая фонема Гх. В белорусском языке отсутствуют мягкие согласные фонемы Д, Р, Т, Ш, Щ, Ч. В отличие от русского языка в белорусском языке имеются фонемы У (у короткое), мягкая Ц, твёрдая Ч.

Аллофоны необходимо классифицировать по фонетическим особенностям таким образом, чтобы учитывались фонетические особенности предыдущего и последующего аллофонов, т.е. его окружение. Аллофоны белорусского языка можно разделить на вокализованные (тоновые), шумовые и тоново-шумовые. Тоновые аллофоны это гласные А, Е, О, У, Ы, І. Они характеризуются открытым положением речевого аппарата при их произношении, а спектр имеет ярко выраженные частоты основного тона и форманты. Согласные звуки Б, П, Т, Д, К, Г образуются при коротком движении воздуха и их нельзя протяжно произнести, не прибавив к ним гласный. Кроме того, при произношении гласных фонем необходимо в первую очередь учитывать артикуляцию губ и языка и степень открытия рта.

Аллофоны согласных фонем делятся на твердые и мягкие, а по акустическим характеристикам и спектру делятся на шумные Б, Г, Д, З, Ж, К, П, С, Ц, Х, Т, Ш, Ч и сонарные В, Ў, Л, М, Н, Ё, в которых вокализованность фонемы превышает шумность. При создании базы аллофонов на белорусском языке для синтеза РПС необходимо учитывать статистические характеристики белорусского языка приведенные выше. При синтезе белорусской речи по базе аллофонов некоторые трудности возникают при появлении в тексте мягкого знака. Для исключения этой трудности было предложено ввести в базу аллофонов согласные смягченные мягким знаком, такие как ЦЬ, ЛЬ, НЬ, ЗЬ, СЬ, ДЗЬ.

Для синтеза речеподобных сигналов на белорусском языке предложена база из 330 аллофонов, обозначение которых по принципу согласуется с обозначениями, предложенными Б.М. Лобановым. Обозначение аллофонов состоит из названия аллофона и цифрового кода из трех позиций, например a101.