

3 Забезпечення захисту інформації в системах зв'язку. Технічні засоби системи захисту інформації

УДК.621.791

ОБОСНОВАНИЕ ПРИНЦИПА СТРУКТУРНОЙ ОПТИМИЗАЦИИ ЗАЩИТНОЙ ВИБРОАКУСТИЧЕСКОЙ ПОМЕХИ

Игорь Порошин

НИЦ "ТЕЗИС" НТУУ "КПИ"

Аннотация: Проаналізовано особливості шумових і мовоподібних захисних віброакустичних завод. Показано, що їхні переваги можуть бути об'єднані в одній двохкомпонентній заводі за рахунок оптимального розподілу функцій між компонентами і незалежної оптимізації кожної компоненти по одній з функцій.

Summary: Peculiarities of noise and voice vibroacoustic protection hindrances are analysed. It is shown, that their advantages can be united in one two-componental hindrance for the account of optimum distribution of functions between components and independent optimisation of each component on function carried out by it.

Ключевые слова: Активная виброакустическая защита, шумовая помеха, речеподобная помеха, иммунитет к средствам шумоочистки, комфортность звучания, структурная оптимизация.

1 Введение. Постановка задачи

Современный этап развития техники активной виброакустической защиты (АВЗ) речевой информации характеризуется повышенным вниманием к решению двух основных проблем. Первая из них связана с появлением в последние годы высокоэффективных средств шумоочистки [1, 2]. Их использование в аппаратуре несанкционированного съёма речевой информации в определённой мере снижает эффективность защиты, особенно в тех случаях, когда в качестве защитной виброакустической помехи (ЗВП) используется «белый» шум и его модификации [2]. Это ставит разработчиков систем АВЗ перед необходимостью выработки такого подхода к синтезу ЗВП, который бы позволил повысить их иммунитет к воздействию средств шумоочистки. Другой путь решения указанной проблемы – увеличение интегрального уровня ЗВП. Но здесь возникают осложнения, лежащие в основе второй проблемы.

Вторая проблема – это сохранение на приемлемом уровне акустической комфортности выделенных помещений (ВП), нарушаемой во время работы систем АВЗ [2, 3]. Повышенный уровень побочного акустического шума, создаваемого виброизлучателями и вибрирующими элементами зашумляемых строительных конструкций, в ряде случаев может не только нарушить комфортность акустической обстановки, но и даже превысить предельно допустимые значения, предусмотренные санитарными нормами на уровни шумов в помещениях.

Противоречивость требований, предъявляемых к обеспечению высокого качества защиты и сохранению приемлемой комфортности ВП, существенно затрудняет комплексное решение указанных двух проблем в рамках традиционного подхода. Такие меры, как оптимизация спектра шумовых ЗВП [2, 4, 5], применение речеподобных и комбинированных ЗВП [1, 6], направленные на улучшение комфортности за счёт снижения их интегрального уровня, необходимого для обеспечения требуемого качества защиты, оказались недостаточно эффективными [2]. Кроме того, снижение требуемого интегрального уровня ЗВП, достигаемое этими мерами, не может быть санкционировано для внедрения в практику в условиях жёсткой регламентации, предусмотренной требованиями нормативной документации по технической защите информации (НДТЗИ) в части нормирования параметров систем АВЗ. С другой стороны, использование шумовых ЗВП с «комфортной» окраской спектра [3], хотя и позволяет в определённой мере улучшить ситуацию, но как уже отмечалось выше, при этом несколько падает качество защиты информации вследствие пониженного иммунитета шумовых ЗВП к воздействию средств шумоочистки.

Поэтому с целью комплексного решения рассмотренных проблем представляется целесообразным на основании сравнительного анализа защитных свойств и комфортности звучания основных разновидностей ЗВП обосновать такой вариант подхода к синтезу структурно оптимизированной ЗВП, который позволяет одновременно обеспечить и требуемое качество защиты информации (за счёт повышенного иммунитета ЗВП к средствам шумоочистки), и приемлемую акустическую комфортность ВП (за счёт повышенной комфортности звучания ЗВП).

II Сравнительный анализ характеристик основных разновидностей ЗВП

Всё разнообразие ЗВП, наиболее широко применяемых в системах АВЗ в настоящее время, может быть сведено к двум основным разновидностям. Это – шумовые ЗВП и речеподобные ЗВП.

К шумовым ЗВП относятся ЗВП со стационарным усреднённым спектром. Прежде всего это «белый» шум и его модификации, наиболее распространёнными из которых являются «розовый» шум (шум, спектр которого имеет тенденцию снижения спектральной плотности 3 дБ/окт в сторону высоких частот), «коричневый» шум (шум, спектр которого имеет тенденцию снижения спектральной плотности 6 дБ/окт в сторону высоких частот), «речеподобный» шум (шум, огибающая спектра которого соответствует огибающей усреднённого спектра человеческой речи).

Речеподобные ЗВП формируются из речевого сигнала или звуков музыки и поэтому в отличие от шумовых ЗВП обладают нестационарным спектром. Наиболее известными из них являются фонемные и псевдоречевые. Фонемные ЗВП обычно составлены из последовательности фонем, выбираемых по случайному закону из речи одного лица или нескольких лиц. При этом фонемные ЗВП, как правило (но не обязательно), коррелированы с защищаемым сигналом [4], т. е. чаще всего выбираются либо из защищаемого речевого сигнала, либо из записанного заранее речевого материала, принадлежащего лицам, речь которых защищается.

Псевдоречевые ЗВП представляют собой случайную последовательность коротких фрагментов (слов, обрывков слов и отдельных фраз) дикторского материала, хаотически сменяющих друг друга. В отличие от фонемной псевдоречевая ЗВП не требует наличия базы фонем или специального устройства (фонемного клонера) для формирования фонем, их архивирования с последующим использованием для создания защитной последовательности. Для получения псевдоречевой ЗВП, достаточно, например, обеспечить быстрое хаотическое переключение нескольких радиопрограмм (или фонограмм) с речевым материалом [6]. Переключаемые радиопрограммы, кроме дикторского, могут содержать и музыкальный материал. В этом случае в качестве источника ЗВП удобно использовать миниатюрный переключаемый ФМ-приёмник [2].

Все перечисленные разновидности ЗВП можно назвать однокомпонентными, поскольку защитный сигнал не является смесью двух или нескольких отдельных сигналов. При наложении различных однокомпонентных ЗВП друг на друга получают комбинированную (или многокомпонентную) ЗВП [2, 6]. Её наиболее характерным примером может служить так называемый «речевой хор» [6], который представляет собой смесь двух или нескольких однокомпонентных речеподобных ЗВП. Другой разновидностью многокомпонентной речеподобной ЗВП является «фонемный хор», содержащий несколько однокомпонентных фонемных ЗВП [7]. Ещё одна разновидность многокомпонентной речеподобной ЗВП, «реверберационная помеха», может быть получена путём многократного наложения одной и той же однокомпонентной ЗВП [6].

В качестве основных характеристик, определяющих практическую ценность ЗВП, будем рассматривать качество защиты речевой информации (с учётом иммунитета к средствам шумоочистки) и комфортность звучания. Количественное сравнение качества защиты удобно проводить по параметру разборчивости [1] или по энергетическому выигрышу относительно «белого» шума [2, 6]. Комфортность звучания шумовых ЗВП может быть оценена по степени отклонения огибающей спектра ЗВП от огибающей предельного спектра [3]. Что касается речеподобных ЗВП (поскольку они существенно отличаются от шумовых ЗВП нестационарностью спектра), непосредственное применение критерия предельного спектра здесь вызывает определённые трудности. С другой стороны, учитывая идентичность характера спектров речевого сигнала и речеподобной ЗВП, степень комфортности речеподобной ЗВП можно оценивать исходя из анализа особенностей механизма слухового восприятия речи с учётом индивидуальных особенностей ЗВП.

Шумовые ЗВП.

Наиболее широкое применение в современных системах АВЗ до настоящего времени находят однокомпонентные шумовые ЗВП [2 – 5]. Разработчиков привлекает, прежде всего, сравнительная простота реализации защитного сигнала, достаточное во многих практических случаях качество защиты и возможность достижения приемлемой комфортности звучания за счёт специального формирования огибающей спектра шума [3].

Для сравнительного анализа комфортности звучания шумовых ЗВП воспользуемся критерием предельного спектра. С этой целью на основании данных, полученных в [3], определим величину отклонения значений межоктавных перепадов огибающей шумового спектра (с учётом знака) от межоктавных перепадов огибающей предельного спектра. Полученные значения представлены в табл. 1.

Таблица 1 – Основные характеристики шумовых ЗВП

Тип ЗВП	Отклонение межоктавного перепада уровней огибающей спектра ЗВП от межоктавного перепада уровней огибающей предельного спектра, дБ				Словесная разборчивость, %
	250-500 Гц	500-1000 Гц	1000-2000 Гц	2000-4000 Гц	
«белый» шум	8	7	6	5	20
«розовый» шум	5	4	3	3	15
«коричневый» шум	- 2	0	0	1	33
«речеподобный» шум	5	- 1	- 2	- 1	15

Данные о словесной разборчивости для соотношения сигнал/шум, равного – 10 дБ, получены на основании результатов, приведенных в [2].

Сравнительный анализ приведенных в таблице данных показывает, что наименьшие отклонения межоктавных перепадов характерны для спектров более «комфортных» шумов, «розового», «коричневого» и «речеподобного». Оставляя открытым вопрос о том, какой из этих трёх шумов является более «комфортным», можно выдвинуть предположение о том, что полученные для них численные значения отклонений межоктавных перепадов определяют некоторую область отклонений, для которых характерна «комфортная» окраска спектра шума. Исходя из этого предположения и учитывая данные, представленные в табл. 1, сформулируем условия «спектральной комфортности» шумовой ЗВП в виде требований к величинам отклонений межоктавных перепадов огибающей её спектра от межоктавных перепадов предельного спектра (см. табл. 2).

Таблица 2 – Условия «спектральной комфортности» шумовой ЗВП

Частотный интервал спектра ЗВП, Гц	250-500	500-1000	1000-2000	2000-4000
Пределы допустимых отклонений межоктавных перепадов, дБ	От - 2 до 5	От -1 до 4	От -2 до 3	От -1 до 3

Необходимо отметить, что комфортность звучания зависит не только от конфигурации огибающей спектра, но и от уровня ЗВП. Согласно условию комфортности слухового восприятия [3], уровень ЗВП ни в одной из контролируемых октав не должен превышать значений соответствующего предельного спектра. Это означает, что при достаточно большом интегральном уровне даже «комфортные» шумы могут нарушить акустическую комфортность ВП. С другой стороны, «белый» шум, даже имея «некомфортную» конфигурацию огибающей спектра, при достаточно низком интегральном уровне не нарушают акустическую комфортность ВП. В связи с этим, следует различать шумы с «комфортной» конфигурацией огибающей спектра и шумы «комфортного» уровня. Поэтому в дальнейшем под «комфортными» шумовыми ЗВП будем понимать шумовые ЗВП, обладающие одновременно и «комфортной» конфигурацией огибающей спектра, и «комфортным» уровнем.

Что касается защитных свойств шумовых ЗВП, то, как видно из приведенных в табл. 1 значений словесной разборчивости, наиболее эффективную защиту речевой информации обеспечивают «розовый» шум и «речеподобный» шум. Несколько хуже маскируется речь «белым» шумом. А наихудшими защитными свойствами обладает «коричневый» шум.

Применение современных средств шумоочистки несколько снижает эффективность шумовых ЗВП. Так, например, использование аппаратуры цифровой обработки речи позволяет достичь улучшения соотношения сигнал/шум на 0,5...7 дБ в каждой октаве [1]. Следует иметь также в виду, что применение устройств корреляционной обработки сигналов в ещё большей степени снижает эффективность шумового маскирования речи. Результаты исследований, полученные в [8], дают основания сделать вывод о том, что применение методов корреляционного анализа позволяет обнаружить информационные составляющие речевого сигнала в «белом» шуме, даже если соотношение сигнал/шум не превышает – 30 дБ.

Таким образом, из шумовых ЗВП наиболее предпочтительными с точки зрения и качества защиты, и комфортности звучания являются «розовый» шум и «речеподобный» шум. Однако общим недостатком всех шумовых ЗВП, в том числе и «комфортных», является их пониженный иммунитет к воздействию современных средств шумоочистки.

Речеподобные ЗВП.

Несмотря на то, что речеподобные ЗВП обладают повышенной маскирующей способностью, они не нашли пока широкого применения в системах АВЗ, прежде всего по той причине, что для их формирования требуются более сложные и дорогостоящие устройства. Однако в тех случаях, когда защите подлежит информация особой важности, их применение оказывается вполне оправданным [2].

Следует отметить, что некоторые сведения о защитных свойствах речеподобных ЗВП носят, на первый взгляд, несколько противоречивый характер. Так, корреляционный анализ однозначно подтверждает превосходство речеподобной ЗВП («речевой хор») над шумовой («белый» шум). Из полученных в [8] результатов следует, что эффективность такой речеподобной ЗВП эквивалентна эффективности шумовой ЗВП, у которой соотношение сигнал/шум примерно на 7 дБ ниже. В то же время результаты артикуляционных испытаний [1] свидетельствуют о том, что ЗВП типа «речевой хор», составленная из фрагментов речи нескольких дикторов (при примерном равенстве уровней громкости), обладает защитными свойствами, соизмеримыми всего лишь с защитными свойствами «белого» шума.

Расхождение приведенных оценок, скорее всего, связано с тем, что в первом случае результаты были получены на основании корреляционного анализа, т. е. фактически, аппаратным способом. Во втором же случае приёмником и анализатором принимаемого сигнала служила система слухового восприятия человека, не исключая определённую степень субъективности. Рассматриваемое противоречие, по сути, раскрывает наличие особенностей двух методов съёма речевой информации, а именно - непосредственного прослушивания оператором перехваченного аудиоматериала и аппаратного перехвата, когда восстановление исходного текста происходит практически без участия системы слухового восприятия человека. Следовательно, оба метода контроля защитных свойств ЗВП (артикуляционный метод и аппаратный метод) в равной степени правомерны. Однако один из них (артикуляционный) выявляет, главным образом, эффективность маскировки, имеющую место при непосредственном прослушивании оператором снимаемого аудиосигнала, а второй (аппаратный) фактически определяет устойчивость ЗВП к процедурам аппаратной обработки. Поэтому можно сделать заключение о том, что по отношению к непосредственному прослушиванию упомянутая выше ЗВП типа «речевой хор» обладает примерно такими же защитными свойствами, что и «белый» шум, а по отношению к аппаратной обработке заметно более устойчива, чем «белый» шум. Таким образом, сравнение защитных свойств разных видов ЗВП будет правомерно только в том случае, если оно будет проводиться по результатам отдельного применения каждого из указанных методов.

Производить сравнительную оценку защитных свойств речеподобных ЗВП удобно по отношению к защитным свойствам «белого» шума. При этом в качестве сравниваемого показателя может быть выбран энергетический выигрыш, который показывает, на сколько интегральный уровень речеподобной ЗВП меньше интегрального уровня «белого» шума при обеспечении одного и того же значения словесной разборчивости. Данные, полученные на основании анализа результатов, приведенных в [1,6] представлены в табл. 3.

Таблица 3 – Защитные свойства речеподобных ЗВП

Тип речеподобной ЗВП	Энергетический выигрыш по сравнению с «белым» шумом, дБ
Псевдоречевая многокомпонентная (смесь фрагментов речи различных дикторов при равных уровнях громкости)	0
Псевдоречевая многокомпонентная (смесь шума с выходными сигналами трёх независимо переключаемых по частоте радиоприёмников)	5
Реверберационная (многократное наложение с различными уровнями фрагментов защищаемого сигнала)	5
Фонемная коррелированная	7...11

Как видно из табл. 3, наихудшими защитными свойствами обладает многокомпонентная псевдоречевая ЗВП, состоящая из фрагментов речевого материала нескольких дикторов. Если к смеси нескольких однокомпонентных псевдоречевых ЗВП добавить одну шумовую, то маскирующая способность заметно возрастает. Этот эффект можно объяснить, например, тем, что добавляемая в защитную смесь шумовая ЗВП имеет непрерывный и равномерный спектр (в отличие от существенно неравномерного формантного спектра большинства фонем речи). В этом случае антиформантные «провалы» спектра фонем как бы заполняются, сглаживаются шумовой составляющей, тем самым ослабляя связанную с антиформантами «прозрачность» речеподобных составляющих защитной смеси.

Дальнейший выигрыш даёт применение коррелированных ЗВП. Так, использование реверберационной ЗВП даёт примерно такой же эффект, что и смесь шума с несколькими некоррелированными псевдоречевыми ЗВП. Получается, что «прозрачность» антиформант ощущается аудитором заметно слабее, если ЗВП формируется из защищаемого сигнала, т. е. когда подобное защищается подобным.

Наибольший защитный эффект достигается при использовании фонемной коррелированной ЗВП. Заимствование несвязанных фонем защищаемой речи позволяет создать защитный сигнал, идентичный защищаемой речи (по спектральному составу и частотному диапазону фонем), но фактически лишённый остатков какого бы то ни было смыслового содержания, которое могло бы быть частично выявлено при прослушивании аудиоперехвата. Поэтому смешивание защищаемого сигнала с фонемной последовательностью, сформированной из фонем защищаемого сигнала, например, по случайному закону, в значительной степени нарушает фонемную структуру защищаемого сигнала, существенно затрудняя идентификацию исходного речевого материала.

Следует иметь в виду, что данные, представленные в табл. 3, получены на основании артикуляционных испытаний. Что же касается аппаратной обработки, то необходимо отметить следующее. Если защитный сигнал содержит неизменённую структуру защищаемой речи (как это имеет место в реверберационной ЗВП) то можно предположить, что при корреляционном анализе возрастает возможность выявления информационных элементов защищаемого сигнала в защитном сигнале. Возможно, именно по этой причине в наиболее совершенных системах АВЗ российского производства применяется не реверберационная ЗВП, а псевдоречевая многокомпонентная (изделия «БАРОН» и «ОБЕРТОН») и фонемная коррелированная (изделия «БАРОН-2» и «ОБЕРТОН») [2], т. е. именно те ЗВП, в которых используется либо некоррелированный речевой сигнал с частично разрушенной структурой речи, либо коррелированный сигнал, структура речи в котором разрушена до элементарных составляющих – фонем. Повышенная эффективность подобных ЗВП объясняется тем, что система шумоочистки, содержащая аппаратуру корреляционного анализа, вынуждена идентифицировать предлагаемые ей структурные элементы речевого сигнала, содержание и последовательность которых существенно отличаются от параметров защищаемой речи.

Как видно из табл. 3, речеподобные ЗВП применяются на практике, как правило, в многокомпонентной композиции. Этим, возможно, подтверждается высказанное выше предположение о том, что многокомпонентность ухудшает «прозрачность» антиформант защитного сигнала. Действительно, если защитный сигнал состоит из нескольких однотипных, независимо сформированных или сдвинутых во времени речеподобных компонент, то очевидно, что по сравнению с однокомпонентной речеподобной ЗВП в таком сигнале появляется возможность частичного или полного перекрытия антиформант одной компоненты формантами других, следствием чего и становится указанное ухудшение «прозрачности» антиформант.

Необходимо отметить, что речеподобная ЗВП, синтезированная исключительно из соображений максимальной эффективной маскировки речи, как правило, является дискомфортно звучащей. Причин этому несколько, и связаны они главным образом с особенностями речевого сигнала. Во-первых, вследствие непрерывно меняющейся формантной структуры спектра речевых фонем, а также пульсирующего характера речевого сигнала, в человеческой речи уже заложены основные признаки акустического дискомфорта. Во-вторых, поскольку речь является информативным сигналом, то и ЗВП, полученная из неё, тоже является носителем некоей, пусть и ложной, неполной, но информации. Ведь любой речеподобный сигнал заставляет нас сначала прислушаться к нему, отвлекая наше внимание на себя. И только после этого происходит оценка его содержания. И даже если услышанное оказывается лишённым смысла, наше внимание на какое-то время было отвлечено на попытку его идентификации. А это отвлечение внимания, как правило, сказывается на качестве выполняемой нами работы. И поэтому, если такой отвлекающий сигнал звучит непрерывно, наше внимание оказывается как бы в состоянии постоянного отвлечения на его идентификацию, тем самым существенно затрудняя качественное выполнение работы. Наконец, дискомфортность звучания речеподобной ЗВП связана с особенностями её формирования. Поскольку речеподобная ЗВП состоит из последовательности структурных элементов речи (фонем, слогов, фрагментов слов, обрывков фраз), беспорядочно сменяющих друг друга, то моменты резкого перехода от одного элемента к другому будут восприниматься как акустические микроудары, т. е. особенно дискомфортно. Учитывая рассмотренные факторы дискомфорта, можно сделать вывод о том, что применение речеподобной ЗВП в «чистом» виде, несмотря на её высокую эффективность (особенно при попытках аппаратного съёма речевой информации), неизбежно приведёт к резкому ухудшению акустической обстановки ВП.

III Структурная оптимизация ЗВП

Известные методы оптимизации ЗВП основаны на принципе, согласно которому обеспечение приемлемой комфортности ВП может быть достигнуто исключительно за счёт такого выбора структуры и параметров ЗВП, при котором имеет место снижение интегрального уровня ЗВП, необходимого для получения требуемого качества защиты речевой информации [2, 4 – 6]. Однако, как показано в разделе II, комфортность звучания ЗВП определяется не только её интегральным уровнем, но и конфигурацией огибающей спектра. Поэтому принцип оптимизации ЗВП должен учитывать условия комфортности и по уровню, и по спектру, а оптимизация только по интегральному уровню ЗВП не может быть признана достаточно обоснованной. Кроме того, в условиях жёсткой нормативной регламентации октавных уровней ЗВП традиционный принцип оптимизации вообще не может быть применён из-за отсутствия необходимой степени свободы для оптимизируемого параметра (интегрального уровня) в сторону уменьшения.

Если учесть возможность реализации многокомпонентного состава ЗВП, то представляет интерес использование такой многокомпонентности, при которой основные функции ЗВП оптимально распределены между её компонентами, причём каждая компонента оптимизирована по максимуму эффективности только одной возложенной на неё основной функции. В итоге следует ожидать, что при оптимальном выборе композиционных соотношений между компонентами и защищаемым сигналом полученная ЗВП будет обладать максимально достижимыми результатами по всем выполняемым функциям. Этапы основанной на таком подходе оптимизации ЗВП представлены на рис. 1.



Рисунок 1 – Этапы структурной оптимизации ЗВП

Оптимальное распределение функций ЗВП между её компонентами. Оптимизация количества компонент. При использовании систем АВЗ должны быть реализованы две основные функции, а именно, защита речевой информации и сохранение приемлемой комфортности ВП. А поскольку по каждой из них должен быть достигнут максимально возможный результат, то должна быть проведена оптимизация по двум основным параметрам, в качестве которых целесообразно выбрать, например, словесную разборчивость и комфортность звучания ЗВП. Поскольку ответственность за выполнение требований по одному параметру возлагается только на одну из компонент, то в результате приходим к двухкомпонентному составу оптимизируемой ЗВП. При этом одна из компонент обеспечивает требуемое качество защиты информации, а вторая – приемлемую комфортность ВП.

Оптимальный выбор компоненты ЗВП, обеспечивающей приемлемую комфортность ВП. Поскольку наибольшей комфортностью звучания обладают «комфортные» шумовые ЗВП (см. раздел II), то в качестве компоненты ЗВП, обеспечивающей приемлемую комфортность ВП, целесообразно выбрать один из «комфортных» шумов («розовый» шум, «речеподобный» шум, или другой шум, удовлетворяющий условиям комфортности по уровню и по спектру).

Структурно-параметрическая оптимизация компоненты по максимуму комфортности звучания. Главной целью этого этапа является учёт индивидуальных особенностей слухового восприятия персонала, находящегося в ВП при работе системы АВЗ. При этом для огибающей спектра шума выбирается конфигурация, которой соответствует максимально возможное комфортное восприятие. По желанию потребителя в «комфортную» компоненту могут быть добавлены составляющие, усиливающие индивидуальное комфортное восприятие, например, музыка (ФМ - станция).

Оптимальный выбор компоненты ЗВП, определяющей иммунитет к средствам шумоочистки. Поскольку для предотвращения непосредственного съёма речевой информации (без привлечения аппаратной обработки) вполне достаточно шумовой компоненты (см. раздел II), то главной задачей второй компоненты оптимизируемой ЗВП является обеспечение необходимого иммунитета ЗВП к средствам шумоочистки. Учитывая повышенный иммунитет речеподобных ЗВП к средствам шумоочистки и особенно к процедурам корреляционного анализа (см. раздел II), в качестве второй компоненты целесообразно выбрать речеподобную ЗВП.

Структурно-параметрическая оптимизация компоненты ЗВП по максимуму иммунитета к средствам шумоочистки. Как было показано в разделе II, наибольшей эффективностью среди речеподобных ЗВП обладают фонемные ЗВП. Оптимизируя алгоритм формирования фонемных последовательностей и их структурный состав, можно достичь максимально возможной эффективности речеподобной компоненты. Так, например, добавляя к фонемам основного голоса смесь разнотембровых фонемных составляющих, можно получить ЗВП типа «фонемный хор» [7], исследования которой показали её высокую эффективность.

Оптимизация композиционных соотношений между компонентами ЗВП и защищаемым речевым сигналом. На этом этапе выбираются соотношения между интегральными уровнями компонент ЗВП и защищаемого речевого сигнала. Интегральный уровень речеподобной компоненты (и её составляющих) должен обеспечивать требуемое качество защиты речевой информации (с учётом повышенного иммунитета к средствам шумоочистки). Интегральный уровень шумовой компоненты должен быть таким, чтобы исключить влияние речеподобной компоненты на комфортность звучания ЗВП.

Апробация структурно оптимизированной ЗВП на объектах информационной деятельности. Все предыдущие этапы могут быть выполнены в ходе лабораторных исследований, разработки, изготовления и предварительной настройки образцов системы АВЗ. Однако вследствие существенного разброса акустических свойств различных ВП возникает необходимость учёта индивидуальных особенностей типовых ВП путём корректировки структуры, параметров и композиционных соотношений ЗВП по результатам настройки и натурных испытаний систем АВЗ на объектах информационной деятельности.

В настоящее время после завершения исследований по обоснованию принципа структурной оптимизации ведутся работы на этапе структурно-параметрической оптимизации речеподобной компоненты. В дальнейшем после окончания всего цикла работ предполагается использовать структурно оптимизированную ЗВП в приборе виброакустической защиты ОЦЗІ-ВА, выпускаемого Объединённым Центром защиты информации.

Следует отметить, что действующие рекомендации и требования НД ТЗИ в части нормирования параметров систем АВЗ разрабатывались без учёта возможности применения речеподобных ЗВП. Поэтому, несмотря на то, что структурно-оптимизированная ЗВП обладает отмеченными выше существенными преимуществами, её применение не сможет сопровождаться уменьшением октавных уровней защитного зашумления, значения которых нормированы НД ТЗИ. Но даже при наличии подобных

ограничений внедрение структурно-оптимизированной ЗВП в практику представляется целесообразным, поскольку существенно расширяет возможности систем АВЗ по одновременному обеспечению комфорта ВП и повышенного иммунитета к средствам шумоочистки.

IV Выводы

1. ЗВП одной разновидности (речеподобная или шумовая) не позволяет обеспечить одновременно и максимально возможную эффективность защиты речевой информации (с учётом повышенного иммунитета к средствам шумоочистки), и максимально возможную комфортность звучания. Речеподобные ЗВП характеризуются повышенным иммунитетом к средствам шумоочистки, но имеют дискомфортное звучание. «Комфортные» шумовые ЗВП отличаются повышенной комфортностью звучания, но обладают пониженным иммунитетом к средствам шумоочистки.

2. Принцип структурной оптимизации ЗВП состоит в оптимальном выборе количества компонент ЗВП на основе оптимального распределения функций между ними, оптимизации их структуры и параметров, а также композиционных соотношений между компонентами ЗВП и защищаемым речевым сигналом.

3. Структурно оптимизированная ЗВП содержит две компоненты, одна из которых (речеподобная) оптимизирована по максимуму эффективности защиты речевой информации (с учётом повышенного иммунитета к средствам шумоочистки), а вторая компонента (шумовая) – по максимуму комфортности звучания. При этом защитные свойства ЗВП при оптимальном выборе композиционных соотношений определяются речеподобной компонентой, а комфортность звучания – шумовой компонентой.

Литература: 1. Дворянkin С. В., Макаров Ю. К., Хорев А. А., Обоснование критериев эффективности защиты речевой информации от утечки по техническим каналам. // *Защита информации. INSIDE*, №2, 2007, с. 18-25. 2. Болдырев А., Бондаренко В. Ступени эффективности: речеподобная помеха и непрерывный контроль. // *Защита информации. INSIDE*, №2, 2005, с. 40-44. 3. Порошин И., Сигаев А., Непочатых Ю. Обеспечение комфортности выделенных помещений при использовании систем активной виброакустической защиты. // *Правове, нормативне та метрологічне забезпечення системи захисту інформації в Україні*. – К., вип.(1)12, 2006, с. 100-106. 4. Каргашин В. Л. Защита от утечки речевой информации из помещения: практические аспекты реализации. // *Защита информации. INSIDE*, №2, 2005, с. 45-49. 5. С. В. Григорьев, С. А. Кольчев. Оптимизированная по спектру шумовая помеха для акустической (виброакустической) маскировки. // *Защита информации. Конфидент*. 2003, вып. 4, с. 52 – 58. 6. Хорев А. А., Макаров Ю. К. К оценке эффективности защиты акустической (речевой) информации. // *Специальная техника*, №5, 2000, с. 46-56. 7. Гордієвич П., Середяк В. Синтез мовоподібної завади шляхом генерації фонем. // XII *Международная научно-практическая конференция «Безопасность информации в информационно-телекоммуникационных системах»*. 19-22 мая 2009, Киев, с. 79. 8. Архитов А., Журавлёв В., Завьялов С. Корреляционный параметр качества маскирования речевых сигналов. // *Правове, нормативне та метрологічне забезпечення системи захисту інформації в Україні*. – К., вип. (1)12, 2006, с. 10-16.

УДК 621.372

ДОСЛІДЖЕННЯ ВИТОКУ ІНФОРМАЦІЇ КАНАЛАМИ ПЕМВН У МЕРЕЖУ ЕЛЕКТРОЖИВЛЕННЯ

Михайло Прокофьев, Василь Стеченко

НДЦ „ТЕЗІС” НТУУ „КПІ”

Анотація: Наведені результати досліджень мережі електроживлення як каналу поширення побічних сигналів, що пов'язані з оброблювальною інформацією в технічних засобах. Вказано шляхи утворення наведень і причини ослаблення рівнів сигналів в проводах мережі електроживлення і заземлення.

Summary: Results on the power supply as a side channel of distribution of signals associated with the processing of information in technical means. The ways of education and the reasons for reducing interference level of signals in the power supply wires and ground.

Ключові слова: Мережа електроживлення, побічні наведення.