

Министерство образования Республики Беларусь
Учреждение образования
Белорусский государственный университет
информатики и радиоэлектроники
Кафедра инженерной психологии и эргономики

УДК 621.38:629.113(075.8)+629.113:621.38(074.8)

Полещук
Павел Олегович

КОРРЕКЦИЯ АКУСТИЧЕСКОГО ПРОСТРАНСТВА АВТОМОБИЛЯ ДЛЯ
ПОВЫШЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ВОДИТЕЛЯ

Автореферат на соискание степени магистра техники и технологии

1-59 81 01 Управление безопасностью производственных процессов

П.О. Полещук

Заведующий кафедрой ИПиЭ
Константин Дмитриевич Яшин
кандидат технических наук, доцент

Научный руководитель
Владимир Владимирович Савченко
кандидат технических наук, доцент

Нормоконтролер
Татьяна Валерьевна Гордейчук
магистр технических наук

Минск 2015

ВВЕДЕНИЕ

Согласно статистики государственной автомобильной инспекции за 6 месяцев 2014 года на дорогах республики Беларусь зарегистрировано 1783 дорожно-транспортных происшествий. Согласно статистики собранной в течении полугода организацией автомобилистов “СПб. Авто”, на основании более 1000 различных дел имеющих различных видеоматериалов установлено, что каждое пятое ДТП происходит из-за невнимательности. Основной причиной снижения концентрации, скорости реакции и внимательности является усталость вызванная необходимостью постоянно контролировать ситуацию на дороге и в салоне автомобиля. Во время управления автотранспортным средством все сенсорные системы человека обостряются, увеличивая нагрузку на организм водителя. Любые шумы, скрипы, звуки привлекают внимание а так же являются причиной появления быстрой усталости. Все звуки и шумы образуют единое звуковое пространство в салоне автомобиля. На сегодняшний день большинство производителей аудио систем не учитывают его влияние на водителя. Усугубляет данное положение неверное расположение и техническая подготовка автомобиля при выпуске его заводом изготовителем, за исключением эксклюзивных моделей или индивидуальных заказов.

На основе анализа причин ДТП, получено следующее распределение ошибок водителей по категориям: ошибка пропуска – существенное действие не выполнено; ошибка исполнения – выполненное действие неправильно; экстраординарная ошибка – совершенное действие не должно было быть выполнено; последовательная ошибка – порядок выполнения действий был неправильным; временная ошибка – время выполнения действий было неправильным. Сравнение этих категорий ошибок с причинами ДТП показывает, что задержка распознаваемости предметов, в результате которой происходит около 50% ДТП, зависит главным образом от временной ошибки. Принятие ошибочных решений водителями является причиной 40% всех ДТП (ошибки исполнения). Неправильные действия водителей по управлению транспортным средством причины 5% всех ДТП (экстраординарная ошибка). У водителей, управляющих транспортным средством в состоянии уменьшенной степени бодрствования, повышается вероятность быть вовлеченными в ДТП ввиду того, что время реакции увеличивается из-за падения способности быстро реагировать и обрабатывать многочисленную информацию, а также из-за мышечной релаксации. В таком состоянии водителю требуется 3-4 с для отжатия педали

тормоза вместо 0,7 с в нормальном состоянии. Поиск способов сокращения времени реакции водителей актуален, поскольку уменьшение этого времени на 0,5 с способствует сокращению приблизительно 60% наездов сзади, 50% ДТП на перекрестках и 30% ДТП с участием встречных транспортных средств. При уменьшении времени реакции на 1 с на 90% сокращаются наезды сзади и ДТП на перекрестках, предотвращается свыше 60% встречных столкновений автомобилей.

Исходя из вышеизложенного наблюдается необходимость разработки мер и средств позволяющих эффективность водителя при управлении автотранспортным средством.

Общая характеристика работы

Целью работы является разработка мер и средств позволяющих повысить эффективность водителя при управлении автотранспортным средством.

Основные задачи исследования:

- Произвести оценку акустического пространства в автомобиле, на основании известных исследований, дать оценку влияния акустических волн на водителя;
- Произвести анализ акустического пространства автомобиля и дать рекомендации по его корректировке
- Разработать комплекс мер и средства для их реализации по коррекции системы водитель-акустическая среда с целью повышения ее эффективности;

Объектом исследования является система «водитель – акустическое пространство».

Оценка акустического пространства позволяет определить его характеристики, с последующей оценкой влияния полученных характеристик на водителя.

На основании оценки влияний звуковых характеристик на водителя определить механизмы действия этих влияний.

На основании известных исследований, по уменьшению негативного воздействия выявленных влияний акустического пространства, разработать комплекс мер и средства для их реализации.

Эффективность системы водитель-акустическая среда сильно зависит от мер и средств применимых в автотранспортном средстве.

Причинами снижения эффективности данной системы является перегрузка центральной нервной системы, причиной которой является большой поток информации воспринимаемый человеком.

Сильную нагрузку на центральную нервную систему оказывает анализ звукового пространства вокруг человека. В основе анализа звукового пространства у человека лежат ориентировочный рефлекс и эффекта предшествования.

Так же необходимо учесть, что акустическое пространство автомобиля состоит из звуковых колебаний, источники которые содержатся не только внутри автомобиля, но и снаружи его, а так же звуковая волна распространяясь по салону автомобиля многократно переотражается, меняя свои параметры, образуют сложную звуковую картину.

Краткое содержание работы

Звуки в салоне автомобиля можно разделить на две группы, одну из которых составляют шумы, способствующие понижению внимания чем усложняют водителю задачу адекватной оценки ситуации на дороге, вторую составляют звуковые колебания несущие полезную информацию и помогающие принять верные, не редко превентивные, решение при управлении автотранспортным средством.

На уровень внешнего шума в салоне автомобиля влияет конструктивные решение технических узлов и агрегатов, применяемых материалов, качество шума – виброизоляции.

Методы борьбы с шумом:

- Конструктивные: Применение отбалансированных силовых агрегатов и узлов трансмиссии; Правильный подбор и расчет эластичных элементов подвески силового агрегата, трансмиссии, ходовой части, системы выхлопа; Правильный расчет конструкции системы выхлопа и определение точек ее подвески к кузову; Правильное моделирование конструкции кузова и его жесткости; Выбор прогрессивных конструкций уплотнителей окон и дверных проемов.
- Пассивные: Применение шума-виброизолирующих и уплотнительных материалов; Применение защитных кожухов.

На уровень внутреннего шума в салоне автомобиля влияет: качество применяемых материалов, расположение и наличие посторонних предметов, качество сборки и подгонки деталей.

Самым эффективным средством понижение уровня шума в салоне автомобиля является шума-виброизоляция.

Применение шума-виброизолирующих материалов позволяет снизить общий уровень шума в салоне автомобиля в среднем на 3,4 дБ, что соответствует изменению интенсивности звука в 2 раза. В дальнейшем предполагается использование новых материалов, а также методов их нанесения позволяющих добиться лучших результатов. Полностью устранить шум благодаря шума-виброизоляции на сегодняшний день не является возможным.

Воздействие шума на организм человека подразделяется на специфическое и неспецифическое.

Специфическое действие шума начинает проявляться с его уровня равного 80дБА и выше. Уровень шума в исправном автомобиле не превышает 80 дБА.

Неспецифическое действие шума на организм человека связано с поступлением возбуждения в кору мозга, гипоталамус и спинной мозг. В коре большого мозга на начальных этапах действия шума развивается запредельное торможение, которое проявляется нарушением уравновешенности и подвижности процессов возбуждения и торможения. В дальнейшем эта фаза сменяется истощением нервных клеток, что характеризуется раздражительностью, эмоциональной неустойчивостью, снижением внимания, памяти, трудоспособности. Возбуждение из гипоталамуса поступает в гипофиз, а затем в корковое вещество надпочечников. Ответная реакция организма реализуется по типу стрессовой реакции. При поступлении возбуждения в спинной мозг происходит переключение его на центры вегетативной нервной системы, что вызывает изменение функций многих внутренних органов.

Согласно исследованиям Е. Вейла (Франция), воздействие сильного шума вызывает следующие психические расстройства: расстройство нервной системы и системы внутренней секреции, изменения инстинкта самосохранения, интеллектуальную дегенерацию и неспособность к самоконтролю, нежелание работать, нарушение уравновешенного состояния, конфликты между рабочими, основанные на психическом раздражении .

Само часто наблюдаемое влияние шума это невозможность сосредоточиться по причине рассеивания внимания вызванное перевозбуждением центральной нервной системы.

Внимание – отражает направленность и сосредоточенность сознания человека на определенных объектах, что обеспечивает их особо ясное отражение. Произвольное внимание, контролируется волевым усилием. В этом случае человек концентрирует внимание на объекте или действии, даже

если он ему не интересен, но нужен для достижения цели. Данный вид внимания может быть усилен за счет ряда факторов: включения в процесс внимания практических действий, и удаления отвлекающих раздражителей.

Снижение отвлекающих факторов можно добиться выполнив эргономические требования к акустической системе. Основные требования к акустической системе: головное устройство и связанные с ним элементы должны быть пригодны для работы оператора и соответствовали поставленным задачам; соответствие техническому заданию; наиболее рациональное распределение функций между водителем и системой; понижение сложности; группировки дисплеев и механизмов управления; и других .

Пространство автомобильного салона акустически не приспособлено для длительного пребывания в нем водителя – объем салона чрезвычайно мал. Тем самым усложняя задачу коррекции акустического пространства автомобиля так как требуется предварительная подготовка салона автомобиля а так же правильного размещения громкоговорителей.

В состав автомобильной аудиосистемы могут входить следующие конструктивные элементы: головное устройство, акустика, сабвуфер, кроссовер, усилитель, процессор и проводка. Простейшая система включает головное устройство, фронтальную акустику и проводку.

Акустика устанавливается, как правило, в штатные места: левый и правый край торпедо, передние стойки, нижний, передний, задний края двери, тыльная сторона двери напротив зеркала заднего вида, задняя полка и др. В передних стойках устанавливаются твитеры, в передней двери – мидбасы, на задней полке – в основном коаксиальная акустика. Установка динамиков называется инсталляцией, которая помимо крепления должна включать шумоизоляцию сопряженных поверхностей.

Громкоговорители часто располагаются в неудачных местах и (или) направлены таким образом, что акустическая сцена будет снижать внимание водителя. Без дополнительной модернизации установить громкоговоритель можно только с очень маленькой установочной глубиной. Низкочастотные громкоговорители крепятся к непрочной обивке двери или тонкому пластику, из которого сделано торпедо. Когда динамик воспроизводит бас, все эти конструкции начинают воспроизводить свои звуки, что пагубно сказывается как на акустической сцене так и на самом водителе, так как источники звука будут “размазаны” по всему салону автомобиля.

Звуки из зоны не контролируемой зрением – для человека это сигнал немедленной опасности. В жизни человека преобладают низкочастотный диапазон шумов, новизна нового раздражителя в низком диапазоне частот не так ярко выражена как новый раздражитель высокого диапазона частот.

Учитывая и используя данные факторы необходимо построить акустическую сцену в салоне автомобиля так что бы она была сформирована в передней полусфере водительского места (для привлечения внимания вызванного ориентировочным рефлексом).

Ориентировочный рефлекс — комплекс реакций организма в ответ на новизну раздражителя, в который входят: движение головы и глаз в направлении источника раздражения, расширение сосудов мозга при одновременном сужении периферических сосудов, изменение дыхания и электрического сопротивления кожи, возрастание тонуса мышц, повышение физиологической активности коры больших полушарий головного мозга (уменьшения амплитуды альфа ритма), повышение чувствительности анализаторов, возрастание критической частоты слияния ощущений. При действии нового раздражителя появляются все компоненты ориентировочного рефлекса, образуя тем самым генерализованный ориентировочный рефлекс, который постепенно, после 15–20 предъявлений нового раздражителя, угасает, приобретая форму локального ориентировочного рефлекса.

В салоне автомобиля так же присутствуют звуковые колебания переотражения образованные от поверхностей находящихся внутри автомобиля. Благодаря этому человек не видя пространства за собой отчетливо ощущает его размеры. Данная особенность человека позволяет лучше ощущать габариты автомобиля при движении, но пребывание в замкнутом пространстве малого объема приводит к дискомфорту водителя.

Немецкие ученые-медики достоверно установили, что пребывание в автомобильной пробке весьма негативно сказывается на работе сердечнососудистой системы водителя и его пассажиров. Для устранения данного негативного эффекта в пробках, или других ситуациях требующих длительных остановок или медленного передвижения, к акустическому сигналу необходимо добавлять сигнал реверберации. Внесение реверберационного сигнала в салон автомобиля позволит водителю, в области не контролируемой зрением, расширить ощущаемое пространства.

Во время движение этого делать нельзя, так как неверно оцененные габариты автомобиля могут являться косвенной причиной дорожно-транспортного происшествия.

Проблему повышения безопасности только подбором и расположением динамиков не решить. Замечена следующая закономерность: современная музыка, написанная и сведенная на компьютере за рулем она может нести опасность. Компьютерные семплы и диджейские mix-ы хорошо вводят слушателя в состояние транса, притупляя возможность быстро и адекватно реагировать на неожиданные ситуации на дороге. Она предназначена для

отдыха на танцполе и расслабления. Только за рулем набор звуков, который увеличивает время реакции и увеличивает время ренакции является опасным для жизни участников дорожного движения. Как правило, через пару лет езды под диджейские mix-ы на головном устройстве до предела задранны высокие частоты, но их все равно уже не хватает, это вызвано снижением остроты слуха.

Не все внешние звуковые колебания находящегося в движении автомобиля стоит считать лишь шумами, мешающими работе водителя. Опытные профессиональные шоферы, предпочитают такой звуковой фон, который дает им необходимую информацию о рабочем состоянии автомобиля.

Для учета данного фактора необходимо в акустический сигнал автомобиля добавить шумы и звуки находящиеся за пределами салона автомобиля. Внесение всех шумов не рационально, так как они пагубно будут влиять на управления транспортным средством. Внешние шумы нужно подавать кратковременными частями. Уровень полезного шума должен быть выше общего уровня шума как минимум на 3 дБА но не превышать уровень музыкального сопровождения, а так же приглушение всего звукового сигнала от аудио системы при звуковых сигналах подаваемых другими участниками движения.

Проанализировав собранную информацию разработана структурная схема устройства корректора акустического согласно требований:

Источники высокочастотного звукового сигнала, во время движения, должны быть расположены в передней полусфере относительно водительского места и отсутствовать на тыловой акустике.

В зависимости от скорости движения, в основной акустический сигнал, должен подмешиваться сигнал реверберации.

Электрический сигнал с головного устройства идущий на громкоговорители, расположенные в передней части автомобиля, остается без изменений. Его задача замаскировать шумы за счет воспроизведения музыки выше уровня шума салона автомобиля.

Электрический сигнал идущий к тыловым динамикам должен быть лишен высокочастотной составляющей. Для этого в электрическую цепь между головным устройством и усилителем звуковой частоты вносим блок низкочастотной фильтрации.

Для внесения зависимости от скорости автомобиля необходимо её считать с шины данных. Для этого необходим электронный блок обработки скорости, который через коммутационный блок подаст реверберационный сигнал на микшер.

Для внесения реверберативного сигнала в зависимости от скорости автомобиля необходимо продублировать его с кратковременной задержкой. Через микшер он будет наложен на основной акустический сигнал и будет подан на усилитель звуковой частоты.

На основании полученных требований подобраны элементы и разработаны схемы позволяющие повысить эффективность водителя при управлении автотранспортным средством.

Заключение

В процессе выполнения магистерской диссертации была поставлена цель – повышение эффективности системы водитель-акустическая среда при управлении водителем авто транспортным средством.

Для достижения поставленной цели были проработаны следующие задачи:

- изучение состава акустического пространства автомобиля;
- изучение видов, устройств акустических элементов системы и их расположение в салоне автомобиля;
- влияние звука на водителя;
- изучение внешних звуковых обратных связей;
- эргономические требования к устройству;
- разработка устройства коррекции акустического пространства автомобиля;

Было проанализировано физическое и психофизическое влияние звука на водителя:

- влияние расположения акустических головок в зависимости от воспроизводимого частотного диапазона;
- влияние длительного пребывания в малом пространстве салона автомобиля на эмоциональное состояние водителя.

На основе проведенного анализа были описаны условия и факторы, влияние которых ухудшает контроль происходящего на дороге, а так же оказывает стрессовое влияние на водителя.

На основании полученных данных об неблагоприятных условиях и факторах разработано устройство “корректор акустического пространства автомобиля” состоящий из самостоятельных блоков.

Результатами данной работы можно воспользоваться для увеличения безопасности дорожного движения, привлечения внимания общественности к

решению данной проблемы не только в сфере автотранспортных средствах, а так же на рабочих местах, промышленных помещениях и других местах пребывания людей.

Библиотека БГУИР