

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	4
1 Аналитический обзор состояния вопроса.....	7
1.1 Влияние человеческого фактора на аварийность.....	7
1.2 Исследования в области водительской психологии.....	13
1.3 Виды сигнализации мобилизующее внимание водителей.....	26
Выводы по главе 1.....	39
2 Теоретические исследования.....	30
2.1 Основная гипотеза исследования.....	30
2.2 Анализ структуры стробируемых стоп-сигналов.....	30
2.3 Алгоритмическое и программное обеспечение.....	36
2.3.1 Разработка алгоритма программы.....	36
2.3.2 Разработка программного обеспечения.....	37
Выводы по главе 2.....	40
3 Экспериментальные исследования и практические рекомендации	41

3.1 Результаты эксперимента	41
3.2 Экономическая эффективность результатов исследования	44
Выводы по главе 3.....	47
ОСНОВНЫЕ ВЫВОДЫ И РЕЗУЛЬТАТЫ РАБОТЫ	48
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	50
ПРИЛОЖЕНИЕ....	51

Введение

Актуальность темы исследования.

Большинство дорожно-транспортных происшествий совершаются по вине водителей транспортных средств, их удельный вес в общем числе происшествий составляют около 75%. Дорожно-транспортные происшествия, вызванные неправильными действиями водителей, не только многочисленны, но и наиболее общественно опасны. Они

влекут самые тяжкие последствия, причиняя обществу непоправимый ущерб.

Ошибка водителя зависит не только от недостатка квалификации, которая может быть причиной неверной оценки дорожной ситуации и выполнения не адекватных управляющих действий, но от времени реакции водителя.

Время реакции водителя в значительной степени определяется информативностью световых сигналов торможения (стоп-сигналов) впереди идущего транспортного средства. При этом информативность существующих традиционных стоп-сигналов далеко не оптимальна.

Даже при незначительном отклонении педали тормоза у современных автомобилей загораются стоп-сигналы. При езде в плотных потоках водители нажимают педаль тормоза, как правило, не для торможения до полной остановки, а только для того, чтобы слегка подрегулировать дистанцию до впереди идущего автомобиля. Предупреждающее включение стоп-сигналов не дает нужной информации автомобилисту, который едет следом. То же самое происходит, когда для регулирования дистанции водитель немного приподнимает ногу с педали акселератора. При этом также включаются стоп-сигналы без заметного замедления автомобиля. В обоих случаях – при движении в плотных потоках – включение стоп-сигналов происходит слишком часто, и водители уже не обращают на них внимания. И, что естественно, не обратят внимания и в тот момент, когда у кого-то возникнет необходимость действительно резко затормозить – в результате возрастает вероятность аварии.

По мнению многих ученых и специалистов огромным потенциалом по сокращению ДТП являются так называемые бликующие стоп-сигналы основанные на принципе стробирования световых импульсов сигналов торможения. Примером таких стоп сигналов могут служить разработки автомобильных фирм Mercedes-Benz , Вольво и БМВ. Однако структура, частота и продолжительность бликования сигналов, определяющая их информативность, у разных фирм абсолютно разная. Этот вопрос требует научного обоснования. Поэтому тема данного исследования актуальна.

Цель исследования.

Снижение вероятности попутных столкновений на основе повышения информативности сигналов торможения автотранспортных средств.

Объект исследования.

Процесс сигнализации водителям о торможении автотранспортного средства.

Предмет исследования.

Закономерности реакции водителей автотранспортных средств на информацию сигналов торможения.

Задачи исследования.

1. Определить факторы, определяющие информативность стробируемых стоп-сигналов.
2. Разработать алгоритмическое и программное обеспечение исследований влияния параметров информативности стоп-сигналов на реакцию водителя.
3. Выявить закономерности влияние информативности стробированных световых импульсов сигнала торможения на реакцию водителя.

Гипотеза исследования.

Гипотеза исследования заключается в предположении о том, что информативность стробированных световых импульсов сигнала торможения существенно влияет на внимание и реакцию водителя следующего за лидером автомобиля, тем самым создавая предпосылки для снижения вероятности попутных столкновений следующих друг за другом автотранспортных средств.

Научная новизна исследования.

- впервые получены доказательства положительного влияния стробированных сигналов торможения на водителя транспортного средства;
- получены закономерности, описывающие влияние информативности стробированных световых импульсов сигнала торможения на реакцию водителя следующего за лидером автомобиля.

Практическая ценность работы.

Результаты работы могут быть использованы предприятиями и организациями проектирующими и изготавливающими светотехническое оборудование для автотранспортных средств, а также предприятиями автосервиса, специализирующимися на тюнинге автомобилей, находящихся в эксплуатации.

Апробация.

По теме диссертации опубликована статья в журнале «Современные проблемы науки и образования» (ISSN 1817-6321) в которой нашли отражения теоритические принципы работы. Данная статья приведена в приложении.

Структура и объем диссертационной работы.

Диссертация состоит из введения, 3 глав, списка использованных источников из 6 наименований. Работа изложена на 55 страницах основного текста, содержит 6 таблиц, 6 рисунков, 2 Приложения.

1 Аналитический обзор состояния вопроса

1.1 Влияние человеческого фактора на аварийность

Роль человеческого фактора в организации дорожного движения. Помимо технических средств организации дорожного движения, значительную роль на безопасность оказывает состояние и восприятие водителя.

Водители выбирают режим движения на основании анализа информации о дорожных условиях. Ее объем (геометрические параметры дороги, средства регулирования, интенсивность движения, придорожное пространство) в процессе движения изменяется в широких пределах. Надежность работы человека и его работоспособность могут поддерживаться на необходимом уровне лишь при условии, если объем поступающей к нему информации находится в оптимальных пределах. Оптимальное количество информации определяет эмоциональное состояние водителей, от которого во многом зависит безопасность движения. Из данных, полученных Исследователями, следует, что около 80% ДТП происходит из-за эмоциональной

неустойчивости водителей (сильное волнение, раздражение, гнев), приводящей к ошибкам.

При избыточном объеме информации водитель не успевает ее перерабатывать, допускает ошибки в решениях и пропуски важнейших сигналов. Не менее опасна и недостаточная информация (сенсорное голодание), приводящая к заторможенному состоянию центральной нервной системы, вследствие чего расслабляется внимание водителя, увеличивается время его реакции.

Эффективность использования средств регулирования дорожного движения во многом зависит от того, насколько правильно были учтены условия, при которых эти средства должны применяться и насколько они соответствуют психофизиологическим особенностям водителя. Исследования показывают, что любое средство регулирования позволяет снизить аварийность и улучшить условия работы, если оно выбрано с учетом особенностей восприятия водителя. Подтверждением этого являются проведенные в МАДИ исследования, которые позволили установить, что при движении по дороге взгляд водителя в течение 95% всего времени находится в определенной зоне. Эту зону называют полем концентрации внимания. Размеры его изменяются в соответствии с ростом скорости движения. В целях обеспечения своевременного и правильного восприятия элементов дорожной обстановки (дорожные знаки, разметка, указатели направлений, ограждения) время, необходимое для их восприятия (распознавание, расшифровка, осмысливание), должно соответствовать времени нахождения этих элементов в поле

концентрации внимания водителя. Так, например, для распознавания знака «Ограничение максимальной скорости», при хорошей контрастности символа относительно фона знака, требуется около 0,1 с., при плохой контрастности - 0,5 с, в сумерках - 0,7-0,8 с.[4]

Психофизиология водителя. Ошибки, наблюдающиеся в работе водителя, появляются вследствие превышения этих возможностей, то есть утомления. Исследования показали, что до 14% дорожно-транспортных происшествий на автомагистралях, происходит из-за утомления водителей. Поскольку в любой момент можно ожидать от водителя ошибочных действий, то движение в автомобиле всегда связано с риском. Риск тем значительнее, чем выше скорость и интенсивнее и разнообразнее поток поступающей информации к водителю. Задача инженеров, проектирующих дорогу и занимающихся организацией или оптимизацией дорожного движения, - свести опасность такого риска к минимуму. Через зрительный анализатор к водителю поступает свыше 90% всей информации об условиях движения. Для одного и того же знака или предмета дорожной обстановки расстояние видимости зависит, главным образом, от его освещенности и фона, а продолжительность восприятия изменяется в зависимости от места установки и количества предметов, одновременно воспринимаемых водителем. Таким образом, при обилии средств наружной рекламы в полосе отвода вероятность того, что водитель не заметит какой-либо дорожный знак или указатель возрастает. Учитывая данный факт, отдел ЭАД и

БДД крайне внимательно относится к согласованиям объектов рекламы на автомобильных дорогах.

Наблюдения, проведенные МАДИ, показали, что при суммарной интенсивности движения на дороге более 600 авт./час при дневном освещении практически все элементы дорожной обстановки, угловые размеры которых менее 8-10°, водителями не воспринимаются. Это означает, что, начиная с расстояния 30-35 м, водитель не расшифровывает дорожные знаки, находящиеся в 2 м от кромки проезжей части.

Данную особенность зрительного аппарата человека следует учитывать при разработке мероприятий по организации движения и, в первую очередь, при расстановке на дороге сооружений, несущих водителю информацию о рекомендуемом режиме движения или изменении дорожных условий.

Водитель оценивает условия движения преимущественно визуально.

Влияние видимости и скорости. Для обеспечения безопасности движения совершенно необходимо ограничение скорости. Однако это нельзя решить однозначно, так как степень ограничения зависит от многих факторов, к которым в первую очередь можно отнести условия видимости.

Вследствие быстрого изменения дорожной обстановки ограничено и время, в течение которого он должен отреагировать. Навязанный темп деятельности особенно выражен в неожиданно возникающих критических дорожных ситуациях. В результате возникающего при этом дефиците времени водитель не успевает воспринимать необходимую

для безопасного управления автомобилем информацию, допускает ошибки, которые иногда приводят к ДТП.

Чем больше скорость, тем меньшим временем располагает водитель для того, чтобы отвести взгляд в сторону от дороги без риска совершить ошибку в управлении автомобилем. Уменьшение зоны концентрации внимания происходит за счет периферийных областей, и именно поэтому информация, находящаяся за пределами зоны концентрации, нередко водителями не воспринимается.

При сужении поля зрения увеличивается опасность столкновения или наезда на пешехода, который перемещается с обочины дороги к ее центру. С ростом скорости эмоциональное напряжение водителя повышается, достигая наиболее высоких значений при скоростях свыше 120км/ч.

Движение на больших скоростях опасно также и потому, что в 2—3 раза возрастает время реакций водителя и одновременно увеличивается тормозной путь. Для безопасности дорожного движения большое значение имеет умение водителя правильно оценивать скорость движения автомобиля. Ощущение скорости зависит от расстояния между глазами водителя и дорожным покрытием или объектами на обочине дороги. С уменьшением этого расстояния скорость воспринимается как большая, а с увеличением — как меньшая. Поэтому на дорогах, которые проходят в степи, где нет объектов на обочине дороги, скорость недооценивается. На дорогах через лес, горы скорость переоценивается. Переоценивается скорость и на

узких городских улицах и недооценивается на широких проспектах.

Чем больше скорость, тем меньшим временем располагает водитель для того, чтобы отвести взгляд в сторону от дороги без риска совершить ошибку в управлении автомобилем. Уменьшение зоны концентрации внимания происходит за счет периферийных областей, и именно поэтому информация, находящаяся за пределами зоны концентрации, нередко водителями не воспринимается.

При сужении поля зрения увеличивается опасность столкновения или наезда на пешехода, который перемещается с обочины дороги к ее центру.
Зрительные восприятия

Снижение видимости влечет за собой увеличение дорожно-транспортных происшествий. Статистика указывает на большое количество ДТП (до 60%) в темное время суток, несмотря на снижение в это время интенсивности движения до 10-15% от ее дневной величины.

При проезде перекрестка водитель может затратить на перевод взгляда с фиксацией с одной стороны пересечения до другой от 0,5 до 1,16с. В зависимости от скорости это соответствует расстоянию до нескольких десятков метров.

После продолжительной езды с большой скоростью водитель значительно переоценивает снижение скорости, вследствие чего нередко превышает допустимую скорость автомобиля. Эту ошибку восприятия всегда необходимо учитывать после продолжительной езды с большой скоростью.

На оценку расстояния до предметов влияет цвет, в который окрашены эти предметы. Например, расстояние до автомобиля, окрашенного в темные тона (в черный или синий цвет), переоценивается, т.е. автомобиль кажется водителю дальше, а автомобиль, окрашенный в яркие, светлые тона (оранжевый, желтый), наоборот, кажется ближе.

Правильное восприятие времени важнейшее качество водителя. Умение точно оценивать временные интервалы, особенно при совершении различных маневров на больших скоростях, имеет в ряде случаев решающее значение в обеспечении безопасности движения. Большинство ошибок водителей при обгоне связано с неправильной оценкой интервала времени, расстояния до встречного автомобиля и его скоростью.

Характеристики реакции водителя. Важнейшей функцией, обеспечивающей прием и переработку информации, является внимание. При управлении автомобилем водитель должен одновременно смотреть, думать и действовать. Единство и слаженность этих сторон направленности внимания обеспечивают правильные действия в сложной обстановке.

Но из всех психологических качеств, непосредственно влияющих на безопасность движения, наиболее важным является быстрота реакции водителя на изменение дорожной обстановки.

Реакция это ответное действие организма на какой-либо раздражитель.

В большинстве случаев реакция водителя может колебаться в широких пределах (0,4-1,5с) в зависимости от

профессионального опыта и индивидуальных психофизиологических особенностей водителя. Время двигательных реакций увеличивается в болезненном состоянии, при утомлении, после употребления алкоголя.

В результате утомления водитель теряет готовность к экстренному действию, т.е. происходит снижение бдительности. Это в свою очередь значительно повышает вероятность дорожного происшествия.

Утомление является гораздо более частой причиной дорожно-транспортных происшествий, чем это принято считать. Иногда нарушение правил движения является не следствием небрежности или недисциплинированности водителя, а результатом развившегося утомления.

Под влиянием утомления ухудшаются зрительные функции, двигательная реакция и координация движений, снижается интенсивность внимания, теряется чувство скорости, водители в большей степени подвержены ослеплению. При утомлении у водителя возникают апатия, вялость, заторможенное состояние. Внимание поглощается мыслями, не имеющими отношения к управлению автомобилем. Возникают неправильные восприятия дорожной обстановки. Притупляется чувство ответственности.

Большое количество дорожно-транспортных происшествий, в особенности наиболее тяжелых, происходит в результате действия алкоголя на организм водителя. Нет необходимости доказывать, что в состоянии сильного опьянения управлять автомобилем нельзя. Однако даже малая доза алкоголя, которая, казалось бы, никак не влияет

на поведение человека, на самом деле производит в его организме значительные изменения. Так, проведенные исследования показали, что алкоголь увеличивает среднее время реакции, значительно уменьшает точность восприятия, особенно ухудшает динамический глазомер. Резко ухудшает распределение и переключение внимания.

Алкоголь снижает критичность мышления, водитель теряет осторожность, перестает считаться с опасностью и по этой причине часто создает на дороге аварийные ситуации.

Установлено, что при приеме 0,5 литра пива время общей реакции водителей увеличивается в 2 раза, при приеме 1 литра 2-4 раза.

Снижение работоспособности наступает даже при приеме очень незначительных доз алкоголя. Снижаются острота зрения и слуха, цветоощущение (особенно красного цвета) и глубинное зрение. Резко замедляются двигательные реакции. [5]

1.2 Исследования в области водительской психологии

История водительской деятельности начинается в первые десятилетия XX в., когда был создан автомобиль. С тех пор и до сегодняшних дней водительская деятельность привлекает к себе пристальное внимание ученых и специалистов, являясь одним из наиболее тщательно изучаемых видов конкретной предметной деятельности человека. Водительская деятельность – разновидность операторской деятельности, которая изучается в системе “человек – техника – окружающая среда”. Различные науки и дисциплины исследуют эту систему, включающую в себя

взаимодействия многих участников и элементов дорожного движения.

Психология, стоящая у истоков изучения водительской деятельности, по-прежнему остается одной из ведущих наук в обеспечении безопасности дорожного движения. В последнее время ее значение продолжает неуклонно расти, поскольку сам по себе технический прогресс и совершенствование условий дорожного движения без учета человеческого фактора еще не обеспечивают безопасности на дорогах. Эта цель может быть достигнута путем непосредственного изучения человека в различных проявлениях его личности. Исследование водительской деятельности без изучения личности водителя невозможно. Об этом писали в своей статье Б.Ф. Венда и др.: “Надежность водителя – одна из важнейших составляющих проблемы безопасности дорожного движения”. Водитель сам выбирает главную линию своей деятельности, например уровень ее сложности. С.Л. Рубинштейн подчеркивал, что личность проявляется всегда во всех видах деятельности, в ее способе и стиле осуществления.

В течение долгого времени главной целью изучения водительской деятельности была попытка найти такую комбинацию индивидуально-психологических свойств личности, которая соответствовала бы большей подверженности несчастным случаям одних водителей по сравнению с другими. В свое время ее считали чуть ли не фатальным свойством личности. Эти теории многосторонне проанализированы, например, М.А.Котиком,

Л. Шоу и Х. Сичел и другими. Но как психоаналитики не смогли найти такие типы личности, которые соответствовали бы классическим психосоматическим болезням (язва, астма и т.п.), так и психологи, изучающие водительскую деятельность, не смогли дать общепринятой характеристики водителя, особо подверженного несчастным случаям. В процессе изучения аварийности выяснилось, что на подверженность несчастным случаям оказывают влияние не только свойства личности, но и в значительной степени опыт, практические навыки, возраст и другие факторы. Постепенно интерес ученых к проблемам подверженности личности авариям переключился на теории риска и другие частные вопросы водительской деятельности. Следствием старения населения в индустриально развитых странах является все возрастающий интерес ученых к проблемам геронтологии. В связи с этим в последнее время особое внимание уделено способностям к вождению пожилых людей.

В большинстве случаев способность управлять машиной можно, в принципе, изучать в естественных условиях, т.е. непосредственно на дороге. Но имеются категории лиц, к которым это неприменимо. К ним относятся молодые люди, еще не имеющие водительских прав, а также те, кого лишили права водить машину вследствие каких-либо заболеваний или травм. Водительские способности этой группы людей необходимо изучать в лабораторных условиях. Подобных исследований пока немного и, как правило, они проведены с применением ограниченного набора тестов. На основании имеющихся исследований еще нельзя делать выводы о том, какими же методами можно определить способность водить

машину или поступить в автошколу. Ясно то, что сама по себе диагностика психологических особенностей еще не говорит о способности или неспособности к водительской деятельности. Этот вопрос надо решать специальными методами, выбор которых должен быть основан на теоретических обобщениях, имеющихся в области транспортной психологии.

Достаточно полный обзор литературы о методах изучения соотношений индивидуальности и аварийности сделан в 1993 г. английскими учеными Дж. Эландер, Р. Уэст и Д. Френч. Они пришли к выводу, что с риском попасть в аварию могут быть связаны элементы, относящиеся непосредственно и к умению водить машину, и к стилю вождения машины. Элементы умения – это скорость распознавания опасной ситуации, более общая способность различать необходимую визуальную информацию в сложной обстановке и способность быстро переключать внимание. К стилю вождения, связанному с аварийностью, относятся, например, следующие элементы: поспешное принятие решения, антисоциальная мотивация и неправильные установки и нормы поведения на дорогах. Д.Френч изучал отношение между стилями принятия решения и вождения и их связь с риском попасть в аварию. Оказалось, что эти элементы действительно связаны между собой и эта связь не зависит от возраста, пола и опыта вождения. Разделение водительской деятельности на элементы умения и стиля теоретически обосновано и применимо в конкретных исследованиях.

Одно из самых основательных и скрупулезных исследований в области транспортной психологии принадлежит известному финскому ученому С. Хаккинену. Он детально изучал психологические свойства водителей автобусов и трамваев города Хельсинки и на протяжении 18,5 лет следил за их профессиональной деятельностью (частота аварийности, правонарушений и т.д.). Прогностически самыми ценными из 14 тестов С. Хаккинена оказались тесты на координацию “глаз-рука”, тесты комплексной реакции выбора и так называемые психомоторные личностные тесты. На основании исследований создан метод для определения пригодности и выбора профессиональных водителей. Однако С. Хаккинен изучал водительскую деятельность профессионалов, и поэтому нельзя обобщать результаты его исследований и переносить их на всех водителей.

Предметом исследований Н.Е. Поповой также была трудовая деятельность водителей-профессионалов. Ее общая формулировка может быть использована для всех исследований, целью которых являются индивид и его деятельность в качестве водителя.

Итак, чтобы мы могли определить способность какого-то конкретного человека водить машину, надо, во-первых, определить тесты, прогнозирующие водительские способности с точки зрения безопасности, и, во-вторых, установить нормы для тех тестов, которые связаны с безошибочностью и безопасностью водительской деятельности. Предметом данного исследования является изучение личности, ее свойств, эмоций, установок,

когнитивных и сенсомоторных факторов, влияющих на способность водить машину. Способность к вождению считается свойством целостной личности. Конкретная цель исследования – создание проверенного лабораторного метода определения пригодности вышеназванных групп к автовождению.

В этом исследовании были использованы три функциональных блока:

1. Венская тестовая система, которая состоит из нескольких установок и их программного обеспечения – для невербальных тестов.

2. Автоматизированная система психологического тестирования и дизайна тестов (Mikrovujo, Finland) – для вербальных тестов.

3. Автосимулятор (NTK, Japan).

Психологическое исследование состояло из интервью, опросников, различных когнитивных и сенсомоторных тестов. Их результаты сопоставляются с данными дорожного эксперимента.

1. Интервью. Целью интервью являлось выяснение истории водительской деятельности испытуемого – категория прав, километраж, наезженный за последний год, и т.д.

2. Опросник на тревожность. Тревожность – одна из основных характеристик личности. Влияние уровня тревожности на работоспособность очевидно. Крайне высокий уровень тревожности может привести к резкому снижению работоспособности. В этом исследовании используется опросник из 40 вопросов, разделенный на открытую (overt) и закрытую (covert) шкалы.

3. Опросник Айзенка. Личностный опросник Айзенка популярен в транспортных исследованиях. Мы используем версию, адаптированную в условиях Финляндии.
4. Опросник для изучения особенностей поведения человека на дороге. В опроснике используются следующие шкалы: нескритичность самооценки; агрессивность во взаимодействии; общая эмоциональность; тенденция к даче заведомо ложных социально желательных ответов.
5. Склонность к риску. Это одна из важнейших черт в характеристике водителя. Три шкалы опросника определяют склонность к физическому, социальному и экономическому риску.
6. Невербальный тест мышления. В тесте 30 задач возрастающей сложности. Время на их решение ограничено 15 мин. Ответ выбирается из шести возможных вариантов.
7. Визуальная память. Тест-материал состоит из 24 геометрических фигур, разбитых в свою очередь на группы по 3 фигуры в каждой.
8. Оценка скорости-расстояния. На мониторе в горизонтальном направлении движется и исчезает из виду объект. Испытуемый должен определить скорость его движения.
9. Сосредоточенность при монотонии. На мониторе чередуются 600 комбинаций из пяти простых фигур. Из них 120 являются критическими, на них надо реагировать моторной реакцией.
- 10 Гибкость и точность восприятия. Тест содержит 200 простых задач на сравнение зрительных объектов. При

оценке учитываются скорость, точность и число правильных решений.

11. Простая реакция выбора. Испытуемый должен реагировать на определенную комбинацию визуальных и акустических раздражителей. Регистрируются правильные и ошибочные реакции, ошибки при принятии решения, время принятия решения и общее время реакции.

12. Сложная реакция выбора. Способность реагировать в комплексной ситуации выбора. На специальном мониторе перед испытуемым демонстрируются оптические раздражители. Общее время реакции разделяют на время принятия решения (когнитивный компонент реакции) и время движения пальца (моторный компонент реакции). Регистрируются все типы ошибочных реакций.

13. Тест устойчивости к стрессу. В специальной установке испытуемого подвергают визуальным и акустическим раздражителям, на которые он должен реагировать действиями рук и ног. Частота предъявления раздражителя колеблется от 36 (легкая фаза) до 63 в мин (стрессовая фаза); средняя фаза - 56 раздражителей в мин. Всего 540 раздражителей. Учитывается число правильных, своевременных и запоздалых, ошибочных и пропущенных ответов.

14. Симулятор. Симулятор требует от испытуемого прежде всего точной координации действий глаз и рук, а также способности распределять свое внимание. Задание сложное - в среднем испытуемый совершает около 100 ошибок. Это неминуемо создает стрессовую ситуацию, которая требует умения контролировать свои эмоции.

Критерии успешности водительской деятельности.

Краеугольным камнем подобного исследования является выбор критериев. Сегодня очень многое известно о причинах дорожно-транспортных происшествий (ДТП): в ряде стран ведется их детальная статистика, но несмотря на накопленную обширную информацию, на ее основе нельзя принимать решение о способности какого-то отдельного конкретного человека безопасно водить машину. В то же время при сопоставлении результатов лабораторных тестов со случаями ДТП количество данных недостаточно для статистического анализа. Несмотря на широкое применение симуляторов в транспортных исследованиях и при обучении водителей, они все-таки никогда не могут подменить естественный эксперимент из-за низкой экологической валидности. Делая вывод об общей способности водить машину, нельзя водительскую деятельность редуцировать до уровня простых операций. Это, на мой взгляд, типичная ошибка западноевропейских и американских исследований. Так, в большинстве исследований, которые ведутся непосредственно на дорогах, их объектом является какое-то отдельное действие или даже операция.

Критерием данного исследования выбрана экспертная оценка вождения на стандартизированном маршруте в городе и на шоссе. Маршрут довольно длительный – около 40 мин – и сложный, с рядом провокаций на ошибки. Вождение оценивает один и тот же инструктор автошколы, заполняя утвержденный в Финляндии в 1992 г, экзаменационный лист на получение водительских прав. Оцениваются

водительские навыки по семи факторам, обеспечивающим безопасность дорожного движения: воспроизведение; скорость и ее регулирование; сигнализация; следование маршруту при движении по полосе; соблюдение правил приоритета; соблюдение дистанции, обеспечивающей безопасность всех участников дорожного движения.

Эти факторы безопасности дорожного движения изучаются в 10 ситуациях: включение в дорожное движение; участие в дорожном движении; перестроение на другую полосу; поведение на пешеходных переходах велосипедистов и пешеходов; поворот направо; поворот налево; проезд перекрестков; обгон; движение по автомагистралям в пригороде; остановка/стоянка.

Таким образом, экзаменационный лист состоит из матрицы 7x107. Водительские навыки оцениваются по трехбалльной шкале: хорошо, удовлетворительно, плохо. При этом реакция водителя на пешеходов и движущиеся предметы учитывается отдельно. Зафиксированные ошибки и недочеты классифицируются по трем группам: оплошности (ОП); ошибки, которые могут привести к опасным последствиям (ОШ); конфликтные ситуации (КО).

Отношение между переменными и критериями анализировалось при помощи различных статистических методов (Т-критерий, корреляционный анализ, регрессионный анализ). Использовались компьютерные статистические программы (Excel, Pato). В исследовании участвовали две группы испытуемых-добровольцев обоих полов: неопытные водители (НВ, $n=20$) и водители с опытом (ОВ, $n=30$). Группа НВ состояла из учащихся автошколы. Это

очень однородная по возрасту группа - в среднем 18 лет ($SD=0,73$). Их включили в эксперимент незадолго до окончания курса. К этому времени они наездили не более 200 - 300 км. Группа ОВ была намеренно неоднородной по составу. Возраст колебался от 20 до 56 лет ($M=37,38$; $SD=12,25$), водительский стаж в среднем составлял 15,86 лет ($SD=10,61$), а километраж последнего года колебался от 100 до 150 000 км ($M=34,38$ тыс. км, $SD=36,8$ тыс. км). В табл. 1 продемонстрировано количество ошибок различных категорий, совершенных экзаменуемыми в дорожном эксперименте.

Таблица 1 - Характеристики управления автомобилем водителями с разным стажем

Характеристики вождения	НВ		ОВ	
	М	SD	М	SD
Оплошности	1,72	0,89	3,90	2,29
Ошибки	5,61	2,70	11,7 3	5,41
Конфликты	1,28	1,13	1,77	1,45
Удивление	1,4	0,6	1,6	0,5
<i>Примечание: М - среднее; SD - среднее квадратичное отклонение.</i>				

Как видно из табл. 1, НВ сделали меньше ошибок во всех категориях. Различия между группами статистически значимы по оплошностям ($t=3,94$; $p<0,001$) и по ошибкам ($t=4,56$; $p<0,001$). По количеству совершенных ими

конфликтов и по навыкам в управлении эти группы не отличались друг от друга.

Критерии связаны между собой – это очевидно. Оплошности не имеют статистически значимых корреляций с другими критериями. Ошибки и конфликты взаимосвязаны в группе ОВ ($p < 0,01$), но у неопытных такой значимой связи нет, хотя тенденция такая же. Ошибки и управление связаны между собой в группе НВ ($p < 0,01$), но не в группе ОВ. На основе корреляционной матрицы можно сделать вывод, что ошибки и конфликты более тесно связаны между собой, чем ошибки и оплошности. У неопытных водителей неуверенность в действиях является, по-видимому, источником их ошибок при восприятии и принятии решения. С опытом управление машиной, несомненно, автоматизируется. Логично было бы думать, что ОШ, КО и ДТП составляют одну группу явлений, а ОП и КО являются более самостоятельными категориями. Думается, что, изучая ОШ и КО, можно то же сказать и о вероятности возникновения ДТП (ОШ→КО→ДТП). В дальнейшем анализируются ошибки и конфликты как имеющие большее значение для безопасности дорожного движения, чем “невинные” оплошности. Из показателей количества ошибок (ОШ) и конфликтов (КО) формируется суммарный показатель ОШ+КО (табл. 2).

Таблица 2 - Различия групп водителей с разным стажем по показателю ОП+ОШ

Характеристика вождения	НВ		ОВ	
	SD	М	SD	М

ОП+ОШ	6,89	3,14	13,5 0	6,28
-------	------	------	-----------	------

По данному параметру группы НВ и ОВ отличаются статистически очень значимо ($t=4,24$; $p<0,001$). Получается как будто бы парадоксальная картина – с опытом растет число серьезных ошибок, совершенных водителем за рулем в естественных условиях дорожного движения. В действительности же причина кроется в том, что на деятельность опытных водителей в большей степени оказывает влияние не их умение, а аффективно-мотивационная сфера личности, т. е. стиль деятельности.

В группе ОВ километраж и водительский стаж оказали положительное влияние на безошибочность вождения. Когда участников группы ОВ подразделяют на “хороших” (менее 8 ошибок) и “плохих” (более 14 ошибок), то водительский стаж и километраж связаны с ошибками следующим образом.

Из табл. 3 видно, что лишь по одному водительскому стажу нельзя еще прогнозировать, в какую группу тестируемый входит. В группу “хороших” входят водители и с малым, и с большим километражем. Из-за большого стандартного отклонения разница средних по километражу не является статистически значимой.

Таблица 3 - Зависимость безошибочности вождения от стажа и пробега

Объективные показатели	“Хороши е”		“Плохие”	
	М	SD	М	SD

Вод. Стаж	17,9	8,3	15,1	12,12
Километраж	48,6	60	32,5	19,6

Разница средних по километражу не является статистически значимой. Общее число анализировавшихся переменных – 119; оно сократилось до 65 после первичной статистической обработки данных. Далее мы опишем результаты обеих групп – ОВ и НО – отдельно.

Начнем с группы ОВ. По результатам корреляционного анализа мы видим, что нет большого количества значимых связей между переменными тестов и критериями. Из всего набора тестов самыми ценными оказались тест на кратковременную память и тест реакции выбора. Узловой момент в деятельности водителя – это своевременное принятие решения. Чем неувереннее человек в ситуации выбора, тем длиннее латентное время ответа. В тесте на кратковременную визуальную память было дано 5 альтернативных ответов, из которых надо было выбрать один. Именно это латентное время ответа имеет статистически значимые связи с критериями: с ОШ ($r=0,569$; $p<0,05$), с КО ($r=0,503$; $p<0,01$) и с ОШ+КО ($r=0,597$; $p<0,01$). Правильные ответы такого отношения не имеют. Время реакции выбора связано положительно с ОШ+КО ($r=0,429$; $p<0,05$); число правильных ответов связано и с ОШ ($r=0,486$; $p<0,05$), и с ОШ+КО ($r=0,450$; $p<0,05$). Ошибочные реакции (лишние) в тесте на сосредоточенность связаны положительно с ошибками управления ($p<0,05$). Причиной этой связи могут быть следующие однородные явления:

склонность перереагирования в лабораторном тесте и беспокойный стиль вождения, ведущий к ошибкам. Имеется также множество высоких корреляций между переменными тестов и критериями, не достигающими статистически значимого уровня. Можно предположить, что многие из этих корреляций стали бы значимыми с увеличением числа тестируемых.

Для анализа факторов, лежащих в основе вариативности изучаемых переменных, использовались регрессионные методы. Латентное время визуальной памяти, ошибочные реакции, совершенные в тесте на сопротивляемость стрессу, запоздалые реакции в том же тесте и время реакции выбора объясняют 34,5% из вариаций ОШ+КО ($F=3,29$; $p<0,05$). Это не очень высокий процент. Ошибочные действия опытных водителей трудно предсказать когнитивными и психомоторными лабораторными тестами. По-видимому, источниками ошибок в группе ОВ являются прежде всего неправильные установки и мотивы - переоценка своих способностей, недооценка сложности задач, желание порисоваться и т.д. Этих эмоционально-личностных свойств мы не могли в достаточной мере "выловить" нашими опросниками. Это следствие ограниченности самого метода опроса.

Теперь переходим к анализу результатов группы неопытных водителей. Связи между показателями лабораторных тестов и критериями в группе НВ сильнее, чем в группе ОВ. В нашем исследовании тест Айзенка вновь подтвердил свою пригодность для таких целей. Шкала невротизма Айзенка хорошо коррелирует с ошибками

($r=0,695$; $p<0,001$), а также с суммарным показателем ОШ+КО ($r=0,553$; $p<0,05$). Из всех переменных шкала лжи Айзенка имеет самую сильную связь с конфликтами ($r=0,661$; $p<0,05$). Чрезмерная осторожность и скорость восприятия явно связаны с конфликтами, хотя корреляции этих показателей еще не достигают статистически значимого уровня. Самая высокая корреляция в данном исследовании имеется между ошибками принятия решения в комплексном тесте на время реакции и ошибками дорожного эксперимента ($r=0,738$; $p<0,01$). С конфликтами эта переменная также не связана. Реактивный тест сопротивляемости стрессу создан для изучения реактивных возможностей водителя. С этой целью он применялся и в нашем исследовании. Ошибки различного типа в этом тесте связаны с ошибками, совершенными в дорожном эксперименте, причем в легкой фазе (36 раздражителей в мин) корреляции более высоки в сравнении с двумя трудными фазами теста. С конфликтами высоких корреляций мало: единственная значительная по величине корреляция – с показателем пропущенных реакций в легкой фазе ($\sim,446$). По мере увеличения темпа предъявления раздражителей теряется, по-видимому, естественная связь с задачами вождения машины. Симулятор-тест (tracking) и ОШ, а также ОШ+КО статистически связаны между собой на 95%-м уровне достоверности. С навыками управления связь положительная, но не достигающая значимого уровня. В табл. 4 представлена регрессионная (шагающая) модель данных, которая объясняет 84,4% вариативности критериев

($F=9,937$; $p<0,0007$). Разница между группами ОВ и НВ в этом отношении очень существенная.

Таблица 4 - Статистические показатели по регрессионной модели

	r	β	Exp %	F	P	Df
Симулято р	0,52 4	0,25 8	27,4 8	19,4	0,00 11	1/11
Стресс- толеранс	0,55 2	0,36 7	17,7 6	12,5	0,00 46	1/11
Оценка скорости	0,42 4	0,34 7	11,7 3	8,3	0,01 50	1/11
Невротиз м	0,53 9	0,28 3	10,9 9	7,8	0,01 77	1/11
Восприят ие	0,33 8	0,36 6	8,72	6,1	0,03 05	1/11
Мышлени е	0,28 9	0,28 7	7,74	5,4	0,03 93	1/11
Всего	2,66 6	1,90 8	84,4 2	9,94	0,00 07	6/11

Результаты проведенного исследования свидетельствуют о том, что ошибки неопытных водителей, совершенные за рулем в неестественных условиях дорожного движения, можно прогнозировать достаточно достоверно лабораторными когнитивными и психомоторными тестами.[1]

1.3 Виды сигнализации мобилизующие внимание водителей

Предупредительная сигнализация — сигнализация, предназначенная для предупреждения об опасности или

начале действия, при котором люди могут оказаться в опасной зоне. Продолжительность действия сигнала должна позволить человеку, находящемуся в опасной зоне, покинуть её или предотвратить действие опасности. Обычно сигналы подаются автоматически. В качестве датчиков используются различные измерительные устройства, реагирующие на параметры технологических процессов и производственной среды.

Типы сигнализации

Различают два вида сигнализации: звуковую и световую.

Выбор типа сигнализации

Звуковая сигнализация является предпочтительной:

- если взгляд работника отвлечен наблюдением за технологическим процессом;
- если зрительные восприятия сигнала затруднено воздействием окружающей среды.

Световая сигнализация является предпочтительной:

- если высок уровень шума;
- если принимается слишком много звуковых сигналов.

Звуковая сигнализация

Виды сигналов:

- речевые сигналы (односложные предложения)
- неречевые сигналы (звонок, сирены и т. д.)

Требования к сигналам:

- должны быть слышны на фоне шума или других звуковых сигналов;
- сигналы должны быть отличимы от других звуковых сигналов;

- сигналы должны привлекать внимание без ущерба для других чувствительных и важных рабочих функций.

Световая сигнализация

Используется для информирования об условиях труда: нормальный (штатный) режим работы, нерабочее положение, аварийная ситуация. Световые сигнальные элементы можно использовать для передачи команд или информации.

Характеристика сигналов:

- яркость,
- цвет,
- частота мигания.

Требования к сигналам:

- световой элемент должен быть в 2 раза ярче окружающего фона;
- следует избегать совместного применения цветов, которые легко спутать;
- сигнальные элементы следует располагать в затемнённых местах или защищать специальными козырьками;
- рекомендуется использовать в качестве сигнала мигающий свет.

С назначением сигналов должны ознакомиться все работники. Таблицы сигналов вывешиваются на рабочих местах или работающем механизме. Каждый неправильно отданный или непонятный сигнал должен восприниматься как сигнал «стоп».[2]

Выводы по главе 1

Большинство дорожно-транспортных происшествий совершаются по вине водителей транспортных средств, их удельный вес в общем числе происшествий составляют около 75%. Ошибка водителя зависит не только от недостатка квалификации, которая может быть причиной неверной оценки дорожной ситуации и выполнения не адекватных управляющих действий, но от времени реакции водителя. Время реакции водителя в значительной степени определяется информативностью световых сигналов торможения (стоп-сигналов) впереди идущего транспортного средства. При этом информативность существующих

традиционных стоп-сигналов далеко не оптимальна. По мнению многих ученых и специалистов огромным потенциалом по сокращению ДТП являются так называемые бликующие стоп-сигналы основанные на принципе стробирования световых импульсов сигналов торможения. Однако структура, частота и продолжительность бликования сигналов, определяющая их информативность, у разных фирм абсолютно разная. Поэтому тема данного исследования актуальна.

2 Теоретические исследования

2.1 Основная гипотеза исследования

Гипотеза исследования заключается в предположении о том, что информативность стробированных световых импульсов сигнала торможения существенно влияет на внимание и реакцию водителя следующего за лидером автомобиля, тем самым создавая предпосылки для снижения

вероятности попутных столкновений следующих друг за другом автотранспортных средств.

Данная гипотеза будет подтверждена с помощью разрабатываемого программного обеспечения.

2.2 Анализ структуры стробируемых стоп-сигналов

В данном пункте мы проанализируем ряд систем стробируемых стоп-сигналов.

Технически же управление стоп-сигналами десятилетиями представляло собой не меняющуюся простейшую схему: под педалью тормоза находился выключатель без фиксации (на шоферском жаргоне именуемый «лягушкой»), подающий +12 вольт на лампы в задней части автомобиля – и, в общем-то, всё! В семидесятые — восьмидесятые годы автопроизводители стали дополнять эту простейшую схему устройством контроля исправности ламп – оно отмечало ток, потребляемый двумя лампочками, и зажигало индикатор на приборной панели, когда одна из них перегорала, уменьшая общий ток вдвое.

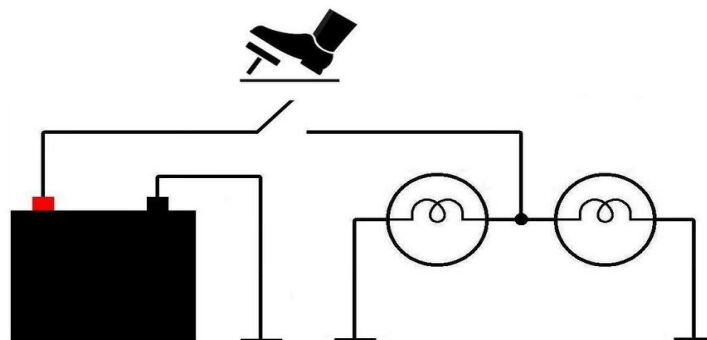


Рисунок 1 – Управление стоп сигналами

В конце 90-х годов практически все автопроизводители начали внедрять в свои машины системы, которые принято

называть «сигнализацией экстренного торможения» — Emergency Stop Signal или ESS (многие автобренды выдумывали для этого и собственные аббревиатуры). При торможении с относительно плавным замедлением автомобиля лампы стоп-сигналов зажигаются обычным образом, но при экстренном торможении огни автоматически переходят в режим интенсивного мигания – с частотой в несколько раз выше, чем при включении «аварийки». Этот режим доступен только на скоростях выше 50-60 км/ч.[6]

Согласно заводским тестам Mercedes и других автоконцернов, мигающие стоп-сигналы привлекают внимание следующего сзади водителя в среднем на 0,2 секунды раньше постоянно горящих. На скорости 100 км/ч, к примеру, это дает выигрыш тормозного пути в 5,5 метра. Несложная с технической точки зрения система ESS позволяет повысить безопасность движения, ибо внимание водителя идущего сзади автомобиля склонно притупляться, и он неадекватно долго не реагирует на стоп-сигнал двигающегося впереди авто. Производители автомобилей, проведя ряд исследований, сошлись во мнении, что при срабатывании системы ESS лампы стоп-сигналов должны мигать, если легковой автомобиль замедляется со скоростью более 6 метров в секунду, а грузовик или автобус — более 4 м/с. Частота мигания при этом должна быть не менее 4 герц – иначе говоря, не менее 4 вспышек в секунду, дабы работу ESS невозможно было спутать с прерывистым нажатием на педаль или включением «аварийки», при которой лампы указателей поворота обычно мигают с частотой 1-1,5 Гц.

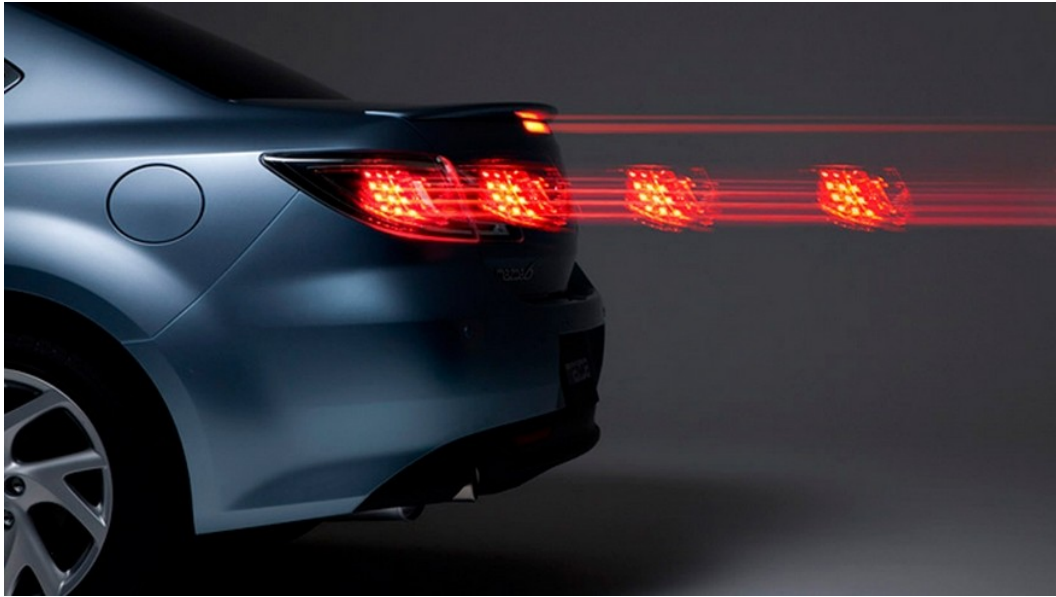


Рисунок 2 - Функция Emergency Stop Signal

Функция Emergency Stop Signal появилась на авто от среднего класса и выше, но уверенно проникает и в бюджетный сегмент. К примеру, на вполне народном Hyundai Solaris она имеется, начиная со второй генерации. Некоторые же продвинутые самодельщики изготавливают и устанавливают блок ESS на свои автомобили самостоятельно, используя GPS-приемники для определения скорости и акселерометры для обнаружения резкого замедления. Гаджет подключается в разрыв провода, подающего +12 вольт на лампы стоп-сигналов. При плавном замедлении автомобиля он «спит», а при резком торможении включается в работу и прерывает подачу тока на лампы быстрыми импульсами.

К сожалению, промышленность и торговля подобных устройств не предлагают, а китайские ремесленники выпускают лишь жалкие подобию ESS, не связанные с контролем динамики замедления и скоростью. С их помощью при нажатии на педаль тормоза стоп-сигналы сперва делают несколько вспышек, после чего, если педаль не отпущена,

продолжают гореть уже постоянно, без мигания. Обычно такое реализуют для дополнительного сигнала на заднем стекле, хотя некоторые энтузиасты подключают «мигалки» и к основным «стопарям». Подобный гаджет можно приобрести на AliExpress совсем недорого. Вот только стоит ли?



Рисунок 3 – Контроллер стоп-сигнала

Да, вспышки привлекают внимание извне в большей степени, нежели постоянное горение стоп-сигналов – факт совершенно бесспорный и доказанный давным-давно. Однако ESS неразрывно связана с датчиком скорости и получает разрешение на включение при резком торможении, только если торможение осуществляется со скоростей 50 км/ч и выше. В плотном и медленном городском движении мигать «стопарями» категорически не разрешается, о чем однозначно говорится везде – и в ГОСТе «Автотранспортные средства. Требования безопасности к техническому состоянию и методы проверки», и в техрегламенте Таможенного союза «О безопасности автотранспортных

средств»: «Сигналы торможения (как основные, так и дополнительные) должны включаться при воздействии на органы управления рабочей и аварийной тормозных систем и работать в постоянном режиме».

Мигание аварийных сигналов торможения ESS отдельно оговорено и разрешено/ А вот бесконечно «выносить мозг» вспышками красных огней едущему сзади – неприемлемо! Это опасно, поскольку все выходящее за нормы обыденного на дороге воспринимается неоднозначно (да, вспышки внимание привлекут – но будет ли адекватной реакция?). Это опасно, поскольку заставляет водителей совершать лишние маневры, пытаясь объехать нервирующего «мигальщика».

Традиционно выключателем (или, вернее, включателем!) стоп-сигналов была и остается кнопка-концевик над педалью тормоза, «лягушка». Но, как ни странно, простейшая и надежнейшая концепция кнопки возле педали тормоза не всегда была самой распространенной! В XX веке достаточно долгое время массово применялись гидравлические выключатели ламп стоп-сигнала — в качестве замыкателя электрической цепи выступала не кнопка над педалью, а мембранный выключатель, вкрученный в тройник тормозных трубок. По логике все было оправдано – нажимаем на педаль тормоза, в магистрали появляется давление жидкости, оно изгибает мембранку выключателя, а та, в свою очередь, замыкает контакт. Вот только в отличие от обычной и весьма долговечной кнопки, мембранный выключатель был штукой нестабильной. Резинка в нем со временем дубела, и фонари начинали небезопасно зажигаться лишь при торможении «в пол»! Однако это ненадежное решение применялось

достаточно широко – гидравлический выключатель ВК-12Б использовался и на Волгах, и на УАЗах, и на грузовиках, и на автобусах – в первую очередь совместно с гидровакуумным усилителем тормозов. Хотя никакой объективной надобности в применении именно «гидрокнопки» вместо обычной кнопки под педалью не было. К слову, в эпоху советского дефицита каждый гаражный мастер знал способ восстановления эластичности резинок, в том числе и мембраны в тормозном выключателе ВК-12Б — стакан кипятка и столовая ложка соды. Опытные «шофера» частенько... варили неисправные тормозные «вэкашки» и ставили их обратно! На какое-то время помогало...

Казалось бы, все очевидные «грабли» уже вконец истоптаны, и сегодня столь элементарная вещь как электрический педальный концевик должен уже стать бесппроблемным и не приносить головной боли. Как бы не так! Кровушки «лягушка» может попить изрядно, ибо с усложнением конструкции автомобилей на эту ерундовую детальку легла масса новых функций.

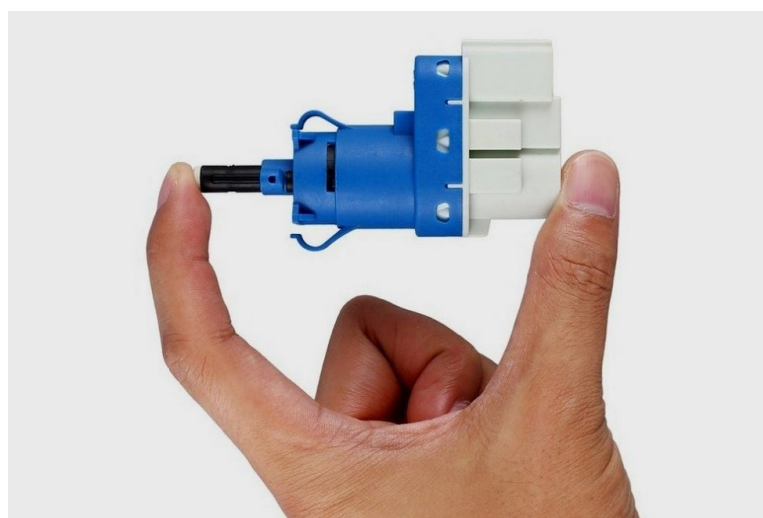


Рисунок 4 – Выключатель стоп сигналов

Например, сегодня во многих автомобилях к тормозному концевому выключателю подходят не два провода, как в дедовские времена, а как минимум четыре. Часто внутри «лягушки» находятся два независимых выключателя, один из которых подает питание на стоп-сигналы, а второй – на блок управления двигателем для реализации эффективного торможения накатом и экономии топлива. К примеру, многим вазоводам, имеющим машины с «е-газом», знаком «чек энджин» из-за рассогласования датчиков педали тормоза. Из-за невысокого качества «лягушки» два независимых выключателя в ней могут начать срабатывать несинхронно, порождая сбои в работе двигателя... Но и импортные комплектующие порой не лучше — владельцы целого ряда моделей KIA/Hyundai помнят массовую проблему ненадежной механической контактной «лягушки», приводившую к глюкам в круиз-контроле или ESP – закрыть эту историю производителю удалось лишь заменой выключателя с механическими контактами на сложный электронный, с микроконтроллером, датчиками Холла и транзисторными ключами внутри! Ну и «классика жанра» — когда на машинах с АКП ухудшение контакта в «лягушке» является причиной зависания селектора в положении «паркинг»[3]

2.3 Алгоритмическое и программное обеспечение

2.3.1 Разработка алгоритма программы

Программа будет запускаться с кнопки Enter. А начинаться с того, что на экране будет изображено две задних фары автомобиля и что бы у них загорались стоп сигналы торможения только строб сигналы. Будет

создаваться ситуация , что человек перед компьютером видит как бы на экране впереди идущую машину и когда у неё на фарах загораются строб сигналы торможения человек перед компьютером должен понимать что ему нужно затормозить перед впереди идущей машиной. Осуществляется это нажатием одной из 2 кнопок. Программа нужна для того чтобы определить реакцию человека на сигнал. Будет 2 цепочки строб сигналов.

1 цепочка: есть ряд строб сигналов их будет 10, 6 одних и 4 других, они будут идти так : АААБААББАБ, где А- сигнал короткий по времени и равен 3 секунд. Б- сигнал более длинный по времени и равен 6 секундам.

2 цепочка: АААБААББАААББАББ, где А сигнал так же короткий по времени 3 секунд, а сигнал Б все так же более длинный по времени 6 секунд.

Так же программа будет запоминать пользователя, т.е. в самом начале нужно будет ввести свою фамилию. И после прохождения этой программы, можно будет посмотреть результаты. Когда после того как все пройдут, будет показываться таблица где отражены все люди, кто проходил и их показатели т.е. 1) Реакция человека на сигнал, это время от начала срабатывания сигнала до нажатия кнопки. 2) Продолжительность сигнала.

Мы выясним влияние информативности стробируемых сигналов торможения на реакцию водителей.

2.3 Алгоритмическое и программное обеспечение

2.3.2 Разработка программного обеспечения

Программа для определения воздействия информативности стробированных стоп-сигналов на реакцию водителя разработана в программной среде Visual Studio Code, на компилируемом языке программирования, статически типизированном языке программирования общего назначения C++.

Этот язык программирования наиболее подходит для реализации наших задач так как:

C++ содержит средства разработки программ контролируемой эффективности для широкого спектра задач, от низкоуровневых утилит и драйверов до весьма сложных программных комплексов. В частности:

Высокая совместимость с языком Си : код на Си может быть с минимальными переделками скомпилирован компилятором C++. Внешне языковой интерфейс является прозрачным, так что библиотеки на Си могут вызываться из C++ без дополнительных затрат, и более того — при определённых ограничениях код на C++ может экспортироваться внешне не отличимо от кода на Си (конструкция `extern "C"`).

Как следствие предыдущего пункта — вычислительная производительность. Язык спроектирован так, чтобы дать программисту максимальный контроль над всеми аспектами структуры и порядка исполнения программы. Один из базовых принципов C++ — «не платишь за то, что не используешь» (см. Философия C++) — то есть ни одна из языковых возможностей, приводящая к дополнительным накладным расходам, не является обязательной для

использования. Имеется возможность работы с памятью на низком уровне.

Поддержка различных стилей программирования: традиционное императивное программирование (структурное, объектно-ориентированное), обобщённое программирование, функциональное программирование, порождающее метапрограммирование.

Автоматический вызов деструкторов объектов в адекватном порядке (обратном вызову конструкторов) упрощает и повышает надёжность управления памятью и другими ресурсами (открытыми файлами, сетевыми соединениями, соединениями с базами данных и т. п.).

Перегрузка операторов позволяет кратко и ёмко записывать выражения над пользовательскими типами в естественной алгебраической форме.

Имеется возможность управления константностью объектов (модификаторы `const`, `mutable`, `volatile`). Использование константных объектов повышает надёжность и служит подсказкой для оптимизации. Перегрузка функций-членов по признаку константности позволяет определять выбор метода в зависимости цели вызова (константный для чтения, неконстантный для изменения). Объявление `mutable` позволяет сохранять логическую константность при виде извне кода, использующего кэши и ленивые вычисления.

Шаблоны C++ дают возможность построения обобщённых контейнеров и алгоритмов для разных типов данных. Попутно шаблоны дают возможность производить вычисления на этапе компиляции.

Возможность встраивания предметно-ориентированных языков программирования в основной код. Такой подход использует, например библиотека Boost.Spirit, позволяющая задавать EBNF-грамматику парсеров прямо в коде C++.

Доступность. Для C++ существует огромное количество учебной литературы, переведённой на всевозможные языки. Язык имеет высокий порог вхождения, но среди всех языков такого рода обладает наиболее широкими возможностями.

Текст разработанной программы представлен в приложении А.

Выводы по главе 2

Одной из задач исследования является – определение факторов, определяющие информативность стробируемых стоп-сигналов. Были выявлены следующие факторы информативности: структура, частота, продолжительность

3 Экспериментальные исследования и практические рекомендации

3.1 Результаты эксперимента

После разработки программы были проведены испытания, в испытаниях было привлечено 10 человек, все из них являлись водителями автомобилей. Далее будут приведены средние показатели составленные по результатам 10 человек.

Таблица 5 - Результаты после испытания по программе (средние показатели среди 10 человек) x	Реакция человека на сигнал, сек	Продолжительност ь сигнала, сек
Водитель (цепочка 1)	0,53	3
	0,51	3
	0,54	3
	0,56	6
	0,54	3
	0,53	3
	0,57	6
	0,56	6
	0,53	3
	0,56	6

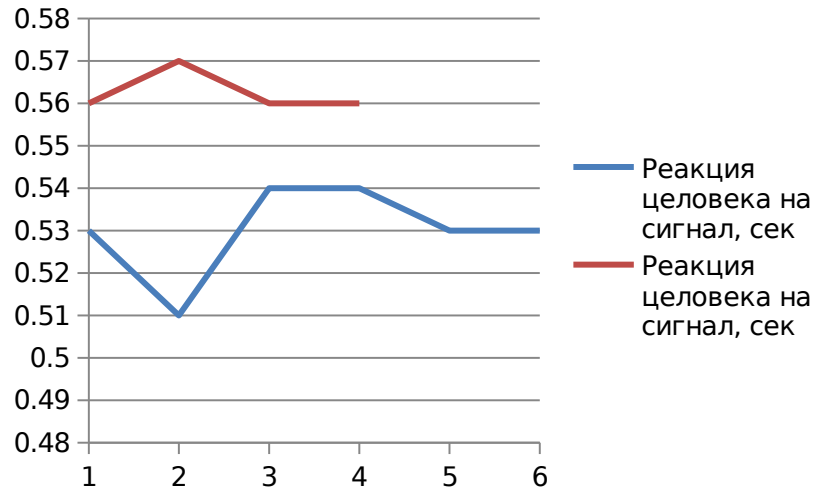


Рисунок 5 – График реакции людей на короткие и длинные сигналы. Синий цвет отражает реакцию на короткие сигналы, а красный цвет отражает на длинные сигналы.

Как видим из таблицы 5 и рисунка 5 время реакции людей на короткие сигнал меньше чем на длинные сигнал. Так же на это влияет то, что частота короткого сигнала вдвое больше чем длинного сигнала.

Таблица 6 - Результаты после испытания по программе (средние показатели среди 10 человек)х	Реакция человека на сигнал,сек	Продолжительность сигнала,сек
Водитель (цепочка 2)	0,52	3
	0,51	3
	0,5	3
	0,54	6
	0,53	3
	0,52	3
	0,54	6
	0,53	6

	0,5	3
	0,51	3
	0,5	3
	0,53	6
	0,54	6
	0,52	3
	0,53	6
	0,54	6

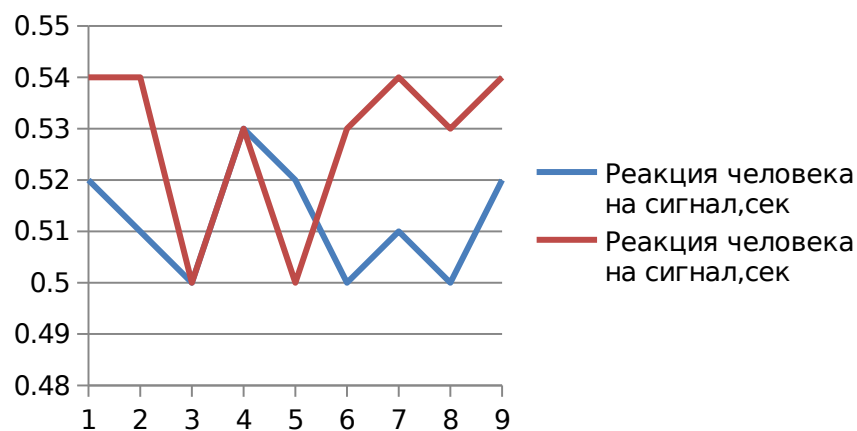


Рисунок 6 - График реакции людей на короткие и длинные сигналы. Синий цвет отражает реакцию на короткие сигналы, а красный отражает на длинные сигналы.

В этом новом ряду сигнал А, как и раньше, встречается вдвое чаще, чем В. Между тем время реакции оператора при переходе к новому ряду существенно изменяется: время реакции на А и В начинает сокращаться, постепенно исчезает разница между временем реакции на частый и редкий сигналы. Время реакции на любой из них становится примерно равным времени простой двигательной реакции, т. е. реакции на повторяющийся один и тот же световой сигнал, в ответ на который надо нажимать кнопку. Отсюда следует, что различное время реакции на сигналы зависит не от частоты их проявления: в новых условиях

сигнал *A* остался более частым, а время реакции на оба сигнала сравнялось.

Может быть, дело не в частоте сигналов, а в том, какого сигнала ожидает водитель. Действительно, хотя в новом ряду сигнал *A* встречается вдвое чаще, чем сигнал *B*, водитель, уловивший структуру ряда, с уверенностью может предсказать следующий сигнал. Возможность точно предсказать следующий сигнал здесь так же велика, как при повторении одного сигнала. Время реакции в этом случае такое же, как при простой двигательной реакции. Это позволяет предположить, что время реакции зависит от вероятностного прогноза появления того или иного сигнала.

Для проверки мы решили «развести» частоту появления сигнала и прогноз оператора — поставили эксперимент так, чтобы в его ходе один из сигналов становился более частым, но при этом водитель бы все более уверенно прогнозировал появление другого сигнала. Такой результат эксперимента хорошо согласуется с предположением, что время реакции зависит от вероятностного прогноза. По мере того как сигналы *B* следовали подряд, оператор (испытуемый) со все большей вероятностью прогнозирует появление сигнала *A*. В соответствии с таким прогнозом время его реакции на сигнал *B* растет, а на *A* уменьшается. Но когда число идущих подряд сигналов *B* становилось достаточно большим, соотношение времени реакции на сигналы *A* и *B* вновь изменялось: время реакции на *B* снижалось, а на *A* росло. Это значит, что водитель уже перестал ждать сигнал *A* и прогнозирует новое появление сигнала *B* — он изменил

гипотезу о вероятностной структуре последовательности сигналов.

Так же стоит отметить, что время реакции водителя на обыкновенный сигнал торможения составляет 0,8 секунд, а на стробированный сигнал торможения, реакция водителя в среднем составляет 0,53 секунды. Самой эффективной частотой является цепочка ААБААА, т.к. реакция именно на эту цепочку самая быстрая. Главную роль в этом играет частота сигнала, т.к. на более частый строб сигнал торможения человек реагирует гораздо быстрее. Что способствует уменьшению ДТП при попутных столкновениях.

3.2 Экономическая эффективность результатов исследования

Расчет экономической эффективности проводился для случая внедрения стробированного стоп-сигнала в АТП, занимающимся перевозкой пассажиров с использованием микроавтобусов ГАЗ-32213 “Газель”.

Годовая экономическая эффективность от внедрения результатов исследования определяется по снижению удельных затрат на эксплуатацию подвижного состава из расчета на один автомобиль составит:

$$\mathcal{E}_Г = \Delta C - C_{ПР} \cdot E_H, \quad (1.1)$$

где $\Delta C = (C_1 - C_2)$ - снижение удельных затрат на эксплуатацию автомобиля за счет устройства, руб/авт·год;

$C_{ПР}$ - затраты на приобретение прибора и его установку на автомобиль, руб/авт; E_H - нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений ($E_H = 0,15$).

Стоимость бортового устройства для стробирования сигналов торможения в условиях серийного производства $C_{ПР}$ оценивается экспертами не выше 3500 рублей вместе с затратами на его установку на автомобиль специалистами по тюнингу автотранспортных средств.

Снижение удельных затрат на эксплуатацию автомобилей при внедрении устройства может быть достигнуто за счет уменьшения количества дорожно-транспортных происшествий.

Таким образом, снижение удельных затрат при внедрении устройства определяется следующим выражением:

$$\Delta C = \mathcal{E}_{ДТП} \quad (1.2)$$

где $\mathcal{E}_{ДТП}$ – экономия затрат от ДТП, руб/авт·год.

Экономия от предотвращения ДТП вследствие применения устройства может быть определена по выражению:

$$\mathcal{E}_{ДТП} = \frac{C_{ДТП}^{год} \cdot \Delta N_{ДТП}}{100} \quad (1.3)$$

где $C_{ДТП}^{год}$ – стоимость годовых потерь от ДТП на один автомобиль “Газель”, руб/ДТП·год; $\Delta N_{ДТП}$ – уменьшение количества ДТП после введения устройства опережающей сигнализации торможений, %.

Стоимость экономических потерь от ДТП на 1 автомобиль в год определим из следующих соображений. Годовой ущерб от ДТП в нашей стране (прямые потери без

учета гибели людей) $C_{ДТП}^{РФ}$ в 2017 году составил 78 млрд рублей. При этом в стране общее количество ДТП $N_{ДТП}^{РФ}$ составит примерно 1425000 ед.

Тогда потеря от одного ДТП в стране $C_{ДТП}$, руб/ДТП, определяются как:

$$C_{ДТП} = \frac{C_{ДТП}^{РФ}}{N_{ДТП}^{РФ}} = \frac{78000000000}{1425000} = 54737 \text{ руб/ДТП.} \quad (1.4)$$

Учитывая тот факт, что в г.Кургане на маршрутах работает 841 микроавтобусов "Газель" (по данным на сентябрь 2017 года), и зафиксировано 362 дорожно-транспортные происшествия с их участием, среднее количество ДТП приходящееся на один автомобиль в год определится как $P_{ДТП}^{ГАЗ} = 362/841 = 0,430$ ДТП/авт·год. Тогда средняя стоимость годовых потерь от ДТП на один автомобиль равна:

$$C_{ДТП}^{год} = C_{ДТП} \cdot P_{ДТП}^{ГАЗ} = 54737 \cdot 0,430 = 23537 \text{ руб/авт·год.} \quad (1.5)$$

Принимая гипотезу о линейной зависимости уменьшения вероятности ДТП от уменьшения времени реакции водителя можно утверждать, что уменьшение количества ДТП после внедрения устройства $\Delta N_{ДТП}$ составит 9 %. Следовательно:

$$\mathcal{E}_{ДТП} = 23537 \cdot 9/100 = 2119 \text{ руб/авт·год.} \quad (1.6)$$

Годовой экономический эффект на один автомобиль от внедрения результатов исследования составляет:

$$\mathcal{E}_Г = 2119 - 0,15 \cdot 3500 = 1594 \text{ руб/авт}\cdot\text{год.} \quad (1.7)$$

Срок окупаемости устройства для предотвращения попутных столкновений T , лет, составит:

$$T = \frac{C_{ПР}}{\mathcal{E}_Г} = 3500/1594 = 2,1 \text{ года.} \quad (1.8)$$

Выводы по главе 3

После эксперимента были получены результаты, которые показывают, что самой эффективной частотой является цепочка ААБААА, (где А – сигнал равный 3 секундам, а Б – сигнал равный 6 секундам), т.к. реакция именно на эту частоту сигнала самая быстрая.

Принимая гипотезу о линейной зависимости уменьшения вероятности ДТП от уменьшения времени реакции водителя можно утверждать, что уменьшение количества ДТП после внедрения устройства составит 9 %.

ОСНОВНЫЕ ВЫВОДЫ И РЕЗУЛЬТАТЫ РАБОТЫ.

Для достижения цели данного исследования были поставлены следующие задачи исследования:

1. Определить факторы, определяющие информативность стробируемых стоп-сигналов.
2. Разработать алгоритмическое и программное обеспечение исследований влияния параметров информативности стоп-сигналов на реакцию водителя.
3. Выявить закономерности влияние информативности стробированных световых импульсов сигнала торможения на реакцию водителя.

По первому пункту - были выявлены следующие факторы информативности: структура, частота, продолжительность.

По второму пункту - был разработан алгоритм программы исследований влияния параметров информативности стоп-сигналов на реакцию водителя. а программа для определения

воздействия информативности стробированных стоп-сигналов на реакцию водителя разработана в программной среде Visual Studio Code, на компилируемом языке программирования, статически типизированном язык программирования общего назначения C++.

По третьему пункту - было определено, что после эксперимента были получены результаты, которые показывают, что самой эффективной частотой является цепочка ААБААА, (где А - сигнал равный 3 секундам, а Б - сигнал равный 6 секундам), т.к. реакция именно на эту частоту сигнала самая быстрая.

Принимая гипотезу о линейной зависимости уменьшения вероятности ДТП от уменьшения времени реакции водителя можно утверждать, что уменьшение количества ДТП после внедрения устройства составит 9 %.

Так же был получен годовой экономический эффект на один автомобиль от внедрения результатов исследования составляет:

$$Э_{г} = 1594 \text{ руб/авт}\cdot\text{год.}$$

А срок окупаемости устройства для предотвращения попутных столкновений T , лет, составит:

$$T = 2,1 \text{ года.}$$

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1 Официальный сайт Психология человеческой реакции [Электронный ресурс] - <https://www.braintools.ru>.

2 Официальный сайт Разновидности сигнализации мобилизующее внимание водителей [Электронный ресурс] - <https://avtokriminalist.ru>

3 Официальный сайт Строб системы [Электронный ресурс] - <https://www.kolesa.ru>

4 Официальный сайт Человеческий фактор в аварийности [Электронный ресурс] - <http://window.edu.ru>.

5 Официальный сайт Аварийность из-за внимательности людей [Электронный ресурс] - <http://spokoino.ru>.

6 Официальный сайт Строблируемые стоп сигналы
[Электронный ресурс] – <https://auto-equalizer.ru>.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Начало программного кода разработанной программы

```
 7  if (length(vector_arrival_times) != nrow(serving_times)){
 8      stop('Length of vector_arrival_times is not equal to the number of rows in serving_times.')
 9  }
10
11  n <- nrow(serving_times)
12  nr_queues <- ncol(serving_times)
13
14  entering_times <- data.frame(matrix(NA, nrow = n, ncol = nr_queues))
15  leaving_times <- data.frame(matrix(NA, nrow = n+1, ncol = nr_queues+1))
16
17  leaving_times[,1] <- c(0, vector_arrival_times)
18  leaving_times[1, ] <- rep(0, nr_queues + 1)
19
20  for(j in seq_len(nr_queues)){
21      for(i in seq_len(n)){
22          entering_times[i, j] <- max(leaving_times[i, j+1], leaving_times[i+1, j])
23          leaving_times[i+1, j+1] <- entering_times[i, j] + serving_times[i, j]
24      }
25  }
26  }
27
28  result <- lapply(seq_len(nr_queues), function(i){
29      df <- data.frame(time = c(leaving_times[-1,i], leaving_times[-1,i+1]),
30                        event = c(rep(c(1,-1), each=n)))
31      df <- df[order(df$time),]
32      df$nr_people <- cumsum(df$event)
33      rownames(df) <- NULL
34      df
35  })
```

CRLF UTF-8 R

Конец программного кода разработанной программы

```
440 start_index = 1
441 while (time_grid[start_index] < init_time_to_plot){
442   start_index = start_index + 1
443 }
444 time_grid = time_grid[start_index - 1 + seq_len(length(time_grid) - start_index + 1)]
445 running_averages_init = output_running_averages[[2]]
446 running_averages = list()
447 nr_queues = length(running_averages_init)
448 for (i in seq_len(nr_queues)){
449   running_averages[[i]] = running_averages_init[[i]][start_index - 1 + seq_len(length(time_grid))]
450 }
451
452 largest_queue_length = max(sapply(running_averages, max))
453
454 plot(time_grid, running_averages[[1]], type = 'l', col = 2, xlab = "Time", ylab = "Average queue length",
455       ylim = c(0, largest_queue_length * 1.1))
456 if (nr_queues > 1){
457   for (i in (1 + seq_len(nr_queues - 1))){
458     par(new = TRUE)
459     plot(time_grid, running_averages[[i]], col=i+1, type = 'l', xlab = "", ylab = "",
460         ylim = c(0, largest_queue_length * 1.1), bty = "n", axes = FALSE)
461   }
462 }
463 legend_names = sapply(seq_len(nr_queues), function(i) {paste("Queue", i)})
464 legend("bottomright", legend_names, col= 1 + seq_len(nr_queues), lty=c(1,1))
465 }
```