

Сборник методических рекомендаций для педагогических работников, реализующих основные программы профессионального обучения водителей транспортных средств, в том числе преподавателей учебных предметов, по программам профессионального обучения водителей транспортных средств соответствующих категорий и подкатегорий с различной степенью автоматизации, включая водителей из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Разработчик:

ФГБОУ ВО «Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет (МАДИ)»

Москва 2019

Аннотация

Настоящий сборник методических рекомендаций разработан по результатам анализа отечественного и зарубежного опыта в области внедрения транспортных средств с различной степенью автоматизации, опыта обучения водителей при внедрении транспортных средств с различной степенью автоматизации управления в том числе опыта создания условий обучения (включая анализ необходимых компетенций водителя транспортного средства с высокой степенью автоматизации управления), и предназначен для педагогических работников участвующих в реализации основных программ профессионального обучения водителей транспортных средств соответствующих категорий и подкатегорий с различной степенью автоматизации, в том числе в целях обучения водителей из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов, по программам профессионального обучения водителей транспортных средств соответствующих категорий и подкатегорий с различной степенью автоматизации.

В сборнике представлена наиболее значимая информация об автоматизированных транспортных средствах, которая позволит сформировать общее представление о высокоавтоматизированных транспортных средствах, их технических особенностях, особенностях эксплуатации и требованиям к компетенциям водителей.

В настоящем сборнике рассмотрены:

- классификации уровней автономности транспортного средства;
- современное нормативно-правовое регулирование высокоавтоматизированных транспортных средств
- конструктивные особенности автомобилей с высокой степенью автоматизации;
- особенности реализации автоматизированных систем управления;
- требования к инфраструктуре для автоматизированных транспортных средств;
- особенности управления автомобиля с высокой степенью автоматизации

управления. характеристики лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов различных нозологических групп с определением возможности управления указанными лицами транспортным средством с различной степенью автоматизации;

- интерфейс взаимодействия человека и автоматизированной системы;
- особенности разработки человеко-машинного интерфейса;
- перечень компетенций водителя транспортного средства с высокой степенью автоматизации управления;
- характеристика лиц с ОВЗ и инвалидов различных нозологических групп в целях определения возможности управления указанными лицами транспортным средством с различной степенью автоматизации.

Авторы сборника методических рекомендаций: доктор технических наук, профессор Жанказиев С.В., кандидат технических наук, доцент Воробьев А.И., кандидат технических наук, доцент Дронсейко В.В., Плетнёв М.Г., Забудский А.Ю., Шалагина Е.А., Ковешников А.А., Доленко Н.В.

Сокращения

ВАДС – водитель-автомобиль-дорога-среда;

ВАТС – высокоавтоматизированное транспортное средство;

ГНСС – глобальные навигационные спутниковые системы;

ДТП – дорожно-транспортное происшествие;

ОВЗ – ограниченные возможности здоровья;

ПДД – правила дорожного движения;

ТС – транспортное средство;

ADAS – адаптивные системы помощи водителю (advanced driver assistant systems);

AI – искусственный интеллект (artificial intelligence);

C-ITS – кооперативные ИТС (cooperative intelligent transport systems);

DSRC – радиосвязь ближнего действия (dedicated short-range systems);

ETSI – Европейский институт телекоммуникационных стандартов (European Telecommunications Standards Institute);

GNSS – спутниковая навигационная система (Global Navigation Satellite System);

IMU – инерциальные измерительные модули (Inertial Measurement Unit);

ITS – Интеллектуальные транспортные системы (intelligent transport systems);

LRR – радар дальнего действия (long-range radar);

LTE – стандарт беспроводной высокоскоростной связи (Long-Term Evolution)

MRR – радар среднего действия (medium range radar);

NTU – (Nanyang Technological University);

PPP – позиционирование высокой точности (Precise Point Positioning);

RTK – кинематика реального времени (Real time kinematic)

SAE – сообщество автомобильных инженеров (society of automotive engineers);

SRR – радар ближнего действия (short range radar);

V2I – взаимодействие автомобиля с инфраструктурой (vehicle-2-infrastructure);

V2V – взаимодействие автомобиля с автомобилем (vehicle-2-vehicle);

V2X – взаимодействие автомобиля со всеми объектами (vehicle-2-everythink)

Содержание.

| | |
|---|----|
| Статья 1: Понятие автоматизированного транспортного средства, классификация уровней автоматизации (автономности)..... | 6 |
| Статья 2: Современное нормативно-правовое регулирование высокоавтоматизированных транспортных средств на дорогах общего пользования..... | 13 |
| Статья 3: Конструктивные особенности автомобилей с высокой степенью автоматизации..... | 20 |
| Статья 4: Особенности реализации автоматизированных систем управления транспортными средствами различных категорий..... | 27 |
| Статья 5: Требования к инфраструктуре для автоматизированных транспортных средств..... | 34 |
| Статья 6: Особенности управления автомобилем с высокой степенью автоматизации управления..... | 40 |
| Статья 7: Интерфейс взаимодействия человека и автоматизированной системы вождения. Пример реализации на современных автомобилях..... | 49 |
| Статья 8: Особенности разработки человеко-машинного интерфейса..... | 55 |
| Статья 9: Перечень компетенций водителя транспортного средства с высокой степенью автоматизации управления..... | 63 |
| Статья 10: Характеристика лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов различных нозологических групп в целях определения возможности управления указанными лицами транспортным средством с различной степенью автоматизации..... | 70 |

Статья 1: Понятие автоматизированного транспортного средства, классификация уровней автоматизации (автономности).

Авторы: доктор технических наук, профессор Жанказиев С.В., кандидат технических наук, доцент Воробьев А.И., Забудский А.Ю.

Ключевые слова: автоматизированные транспортные средства, автономный транспорт.

В связи с тем, что вопросами внедрения автоматизированных транспортных средств занимаются крупнейшие организации различных стран, для описания транспортных средств, имеющих функции автоматизации, применяется ряд терминов, при этом ни один из них не является общепризнанным и нормативно закреплённым на международном уровне:

- Автономный автомобиль;
- Высокоавтоматизированное транспортное средство;
- Беспилотный автомобиль;
- Роботизированный автомобиль;
- Беспилотное транспортное средство;
- И др.

В целом общее определение для высокоавтоматизированного транспортного средства, то есть транспортного средства, имеющего функции автоматизации звучит следующим образом – транспортное средство, оснащённое автоматизированной системой управления, которая действует в пределах специально оборудованного участка применительно к поездкам, осуществляемым без необходимости вмешательства человека и в качестве дополнительного средства организации безопасного передвижения.

Нормативно закреплённые определения [1]:

Автоматизированная система вождения – комбинация аппаратного и программного обеспечения, которое осуществляет динамическое управление транспортным средством на устойчивой основе.

Автоматизированный режим управления – режим, при котором управление

транспортным средством осуществляется автоматизированной системой вождения

Высокоавтоматизированное транспортное средство – транспортное средство, выпущенное в обращение на территории Евразийского экономического союза, допущенное к участию в дорожном движении на территории Российской Федерации, в конструкцию которого внесены изменения, связанные с его оснащением автоматизированной системой вождения, и не подлежащее отчуждению в период проведения эксперимента;

Для создания общей терминологии, касающейся высокоавтоматизированных транспортных средств, в 2014 году был издан международный стандарт SAE International J3016 «Таксономия и определения терминов, относящихся к автоматизированным системам вождения автотранспортных средств». В настоящем сборнике содержится гармонизированная система классификации и вспомогательных определений, которая:

- определяет шесть уровней автоматизации вождения от «без автоматизации» до «полной автоматизации» и базовые определения и уровни на функциональных аспектах технологии;
- описывает категорические различия для пошагового прохождения уровней автоматизации;
- соответствует современной отраслевой практике;
- устраняет недопонимание и полезна во многих дисциплинах (инженерные, юридические, медиа и публичные обсуждения);
- предоставляет информацию более широкому сообществу, разъясняя для каждого уровня, какую роль водители (если таковые имеются) играют при выполнении задач динамического вождения при включенной системе автоматизации вождения.

Рассмотрим шесть уровней автоматизации вождения от «нет автоматизации» до полной автоматизации. Эти уровни являются описательными, а не нормативными и техническими или юридическими. Они подразумевают определенный порядок выхода на рынок.

Элементы указывают скорее минимум возможностей системы для каждого

уровня. Конкретное транспортное средство может иметь несколько функций автоматизации, позволяющих работать на разных уровнях в зависимости от задействованных функций.

Система относится к системе помощи водителю, комбинации систем помощи водителю или автоматизированной системе вождения. Исключены системы предупреждения и мгновенного вмешательства, которые не автоматизируют какую-либо часть задачи динамического вождения на постоянной основе и, следовательно, не изменяют роль водителя в выполнении задачи динамического вождения.

Уровень 0 – отсутствие автоматизации

Структура SAE начинается с уровня 0: отсутствие автоматизации. Водитель-человек отвечает за 100% того, что SAE называет «задачей динамического вождения», что означает работу по фактическому вождению автомобиля на постоянной основе.

Важно отметить следующий момент: существует множество современных автомобилей с функциями помощи водителю, которые по-прежнему соответствуют уровню 0.

Например, антиблокировочная система тормозов не считается автоматизацией, потому что человеку все равно приходится нажимать на педаль тормоза. Даже системы, которые автоматизируют сиюминутную задачу, такие как автоматические системы экстренного торможения, установленные на некоторых новых автомобилях, не считаются автоматизацией, потому что они не автоматизируют «динамическую задачу вождения» на постоянной основе.

Уровень 1 – Driver Assistance – Некоторая помощь для человека-водителя

Уровень 1 - самый низкий уровень автоматизации. Автомобиль имеет единый аспект автоматизации, который помогает водителю с ADAS. Примеры этого включают управление рулем, скоростью или управление торможением, но не более одного из них.

Помимо базовых моделей начального уровня, большинство автомобилей

последних лет оснащено системой круиз-контроля. Принцип работы данной системы прост: водитель разгоняется до желаемой скорости, активирует режим круиз-контроля, и затем система будет удерживать автомобиль на этой скорости даже вверх и вниз по склонам уже после того, как водитель убирает ногу с педали акселератора.

Это не считается «автоматизацией» в рамках SAE, потому что динамическая часть задачи вождения не автоматизирована: человек все еще должен быть готов нажать на педаль тормоза (и деактивировать систему).

В последние годы автопроизводители начали предлагать более совершенные системы круиз-контроля, так называемый адаптивный круиз-контроль. Адаптивные системы круиз-контроля умнее: они используют радар, чтобы держать ваш автомобиль на безопасном расстоянии от автомобиля впереди. Если автомобиль впереди замедляется, система автоматически замедляет автомобиль, чтобы сохранить безопасную дистанцию.

Благодаря адаптивному круиз-контролю одна часть задачи динамического вождения - управление ускорением и торможением - автоматизирована. Конечно, автоматизация происходит при определенных обстоятельствах, а именно когда водитель активирует систему во время движения по шоссе. Но этого достаточно, чтобы поднять адаптивную систему круиз-контроля на уровень 1.

Уровень 2 – Partial Automation – частичная автоматизация

Автомобиль может одновременно контролировать ускорение и торможение, но человек должен следить за ситуацией и быть готовым принять управление. Примеры уровня 2 включают в себя помощь транспортным средствам в полосе движения и функции самостоятельной парковки с более чем одним аспектом ADAS.

Уровень 2 иногда может показаться самостоятельным вождением, но это не так. Супер круиз в автомобилях марки «Tesla» и автопилот в автомобилях «General Motors», которые могут разгоняться, тормозить и управлять во многих (но не во всех) обстоятельствах, безусловно, могут напоминать о «самостоятельном вождении». Но есть причина, по которой «General Motors» и «Tesla» очень

осторожны, чтобы не описывать их как полностью самодвижущиеся системы в их нынешних формах: в обоих случаях водитель должен быть бдительным и готовым снова взять на себя задачу вождения в самые кратчайшие сроки.

Это критическое различие. Если в короткие сроки требуется человек-водитель, то систему не следует называть «самостоятельным вождением». Вместо используется такое определение, как усовершенствованная система помощи водителю (ADAS).

Текущая версия автопилота «Tesla» предупреждает водителей не снимать руки с рулевого колеса во время использования системы. Более того, в системе предусмотрены датчики, позволяющие определить, находятся ли руки водителя на руле.

Если руки водителя не находятся на руле, система выдает визуальное напоминание через 30 секунд, а затем звуковое предупреждение через 45 секунд. Через минуту без вмешательства водителя система автопилота отключается и не может быть включена до тех пор, пока автомобиль не будет перезапущен.

Практика показывает, что такую систему легко обмануть - водители могут просто подтолкнуть руль, когда загорятся огни, чтобы сбросить цикл предупреждения.

Решение «General Motors» позволяет управлять автомобилем без помощи рук. Вместо того, чтобы обнаруживать движения рулевого колеса, он использует камеру для отслеживания положения головы водителя. Если система обнаруживает, что взгляд водителя не на дороге, она начинает серию подсказок, чтобы попытаться вернуть внимание водителя на дороге.

Как и предупреждения «Tesla», Супер Круиз предлагает переход от мигающего огня на ободу рулевого колеса к звуковому сигналу и вибрации сиденья, к голосовой команде - и в этот момент система Супер Круиз отключается. Но «General Motors» идет дальше, чем «Tesla»: если водитель все еще не берет на себя управление, система будет постепенно приводить автомобиль к полной остановке, активировать сигнализаторы об опасности и вызывать помощь (используя систему «General Motors OnStar»).

«General Motors» также встроил множество дополнительных мер безопасности в Супер Круиз, чтобы убедиться, что он используется только в тех обстоятельствах, когда это безопасно. Например, если транспортное средство не находится на шоссе, дорожные разметки нечетко видны или система считает, что водитель не полностью внимателен, то режим автоматизации даже не включится.

Можно сказать, что система уровня 2 - это усовершенствованная система помощи водителю, которая позволяет управлять автомобилем без помощи рук при благоприятных для её использования обстоятельствах.

Уровень 3 – Conditional Automation – условная автоматизация

SAE определяет уровень 3 как «условную автоматизацию». Транспортные средства уровня 3, способные обнаруживать окружающую среду вокруг них, содержат систему, которая классифицируется как автоматизированная система вождения, а не ручная система. С помощью этой более продвинутой технологии транспортные средства уровня 3 могут самостоятельно принимать обоснованные решения, такие как обгон транспортных средств, следующих с меньшей скоростью. Однако, в отличие от автономных транспортных средств с более высоким рейтингом, человеку необходимо взять управление на себя, когда машина не может выполнить поставленную задачу или система выходит из строя. Разница между уровнем 2 и уровнем 3 зависит от ответа на вопрос: «насколько бдительным должен быть человек на сиденье водителя транспортного средства?»

С системой уровня 2 водитель должен быть очень внимательным, готовым сразу же приступить к выполнению задачи вождения, если система столкнется с чем-то, с чем она не может справиться. На уровне 3 ожидается, что система сможет справиться с управлением, пока оно находится в пределах «рабочей области проектирования», что означает, что роль человека должна быть «запасной».

Уровень 4 – High Automation – высокая автоматизация

Основное различие между уровнем 3 и уровнем автоматизации 4 заключается в том, что автомобили уровня 4 могут вмешиваться, если что-то идет не так или

происходит сбой системы. В этом смысле эти автомобили оставлены полностью на своих собственных устройствах без какого-либо вмешательства человека в подавляющем большинстве ситуаций, хотя возможность ручной отмены остается в трудных обстоятельствах.

Система уровня 4 является истинным самостоятельным вождением, пока она работает в своих пределах. Неважно, отвлечен ли человек, сидящий на сиденье водителя, спит или даже не присутствует - система уровня 4 безопасно доставит транспортное средство к месту назначения, если оно работает в установленных пределах.

Уровень 5 – Full Automation – полная автоматизация

Точно так же транспортные средства уровня 5 не требуют человеческого внимания. Ключевым отличием является гораздо более отзывчивое и утонченное обслуживание, сравнимое с адаптивным и ситуативным ручным управлением человеком. Например, автомобили уровня 5 могут обеспечить вождение по бездорожью и другим ландшафтам, что, как правило, недоступно транспортным средствам уровня 4. Другими словами, автомобили уровня 5 имеют гораздо более совершенную систему обнаружения окружающей среды. Это единственный класс автоматизированных транспортных средств, который не имеет типичных элементов управления вождением.

Список литературы

1. О проведении эксперимента по опытной эксплуатации на автомобильных дорогах общего пользования высокоавтоматизированных транспортных средств [Постановление Правительства Российской Федерации от 26 ноября 2018 г. по состоянию на 26 ноября 2018 г.]. [Электронный ресурс] – Режим доступа:

<http://government.ru/docs/34831>. (дата обращения: 14.10.2019 года)

2. SAE J3016 Taxonomy and Definitions for Terms Related to On-Road Motor Vehicle Automated Driving Systems. -SAE, 2014. - 12 p.

3. Ширяев В.Д. Статистический последовательный анализ. Оптимальные правила остановки / В. Д. // 2-е изд., перераб. – М.: Наука, 1976. – 272 с.

4. Остапенко Р.И. Математические основы психологии: учебно-методическое пособие для студентов и аспирантов психологических и педагогических специальностей вузов / Р. И. Остапенко. – Воронеж: ВГПУ, 2010. – 76с.

5. Уткин А.В. Моделирование поведения водителя и оценка качества смешанного транспортного потока/ А.В. Уткин // «Организация и безопасность движения в крупных городах»: сборник докладов 7-ой Международной конференции. – 2006. – С. 84-86.

Статья 2: Современное нормативно-правовое регулирование
высокоавтоматизированных транспортных средств на дорогах общего
пользования.

Авторы: кандидат технических наук, доцент Воробьев А.И., Доленко Н.В.

Ключевые слова: нормативное регулирование автономных транспортных средств

В настоящее время происходит активное развитие и внедрение систем для создания высокоавтоматизированного транспорта, а также разрабатываются полностью беспилотные автомобили, осуществляющие движение без постоянного присутствия оператора на месте водителя. Поскольку для дальнейшего развития технологии появилась потребность осуществления испытаний высокоавтоматизированных автомобилей в реальных условиях на дорогах общего пользования, возник вопрос о законодательном регулировании транспортных средств с высокой степенью автоматизации. Исходя из этого, перед государствами стоит задача разработки законодательных документов, регламентирующих требования к организациям и транспортным средствам, используемым в экспериментах, а также документов, регулирующих процесс проведения испытаний в транспортном потоке на автомобильных дорогах общего пользования.

Нормативно-правовое регулирование высокоавтоматизированных транспортных средств на дорогах общего пользования России.

Российское законодательство в области регулирования использования автомобилей с высокой степенью автоматизации управления опирается на Постановление Правительства Российской Федерации от 26 ноября 2018 г. № 1415 «О проведении эксперимента по опытной эксплуатации на автомобильных дорогах общего пользования высокоавтоматизированных транспортных средств». Данное постановление регламентирует процесс проведения экспериментов на территории городов Москвы и Казани, а также требования к участникам, желающим проводить испытания в реальных условиях, двигаясь в транспортном потоке по автомобильным дорогам общего пользования.

Согласно Постановлению участниками, которые могут выполнять испытания, являются:

- Министерство промышленности и торговли Российской Федерации;
- Министерство внутренних дел Российской Федерации;
- Собственник высокоавтоматизированного транспортного средства;
- Испытательная лаборатория.

Данная мера ограничивает круг лиц, имеющих доступ к выезду высокоавтоматизированного транспортного средства на дороги общего пользования. Полномочия допуска транспортных средств возложены на Министерство промышленности и торговли Российской Федерации. Также в функции Министерства входят задачи утверждения состава и порядка представления собственником высокоавтоматизированного транспортного средства отчетности в испытательную лабораторию в ходе проведения эксперимента и по его итогам.

В задачи испытательной лаборатории входит ежемесячное предоставление в Министерство внутренних дел Российской Федерации и Министерство промышленности и торговли Российской Федерации информации о количестве заявок, поступивших от заявителей, и количестве выданных заключений о соответствии требованиям безопасности транспортного средства с внесенными

в его конструкцию изменениями. Помимо этого, испытательная лаборатория формирует предложения по составу требований безопасности к высокоавтоматизированным транспортным средствам, разработке методов испытаний высокоавтоматизированных транспортных средств на основании результатов эксперимента и направляет их в Министерство промышленности и торговли Российской Федерации, а также проводит испытания высокоавтоматизированных транспортных средств и оценивает транспортное средство с внесенными в его конструкцию изменениями на соответствие требованиям безопасности с выдачей или отказом в выдаче заключения о соответствии требованиям безопасности высокоавтоматизированного транспортного средства с внесенными в его конструкцию изменениями.

В задачи собственника высокоавтоматизированного средства входит:

- Утверждение программы опытной эксплуатации, ведение протокола проведения опытной эксплуатации.
- Осуществление опытной эксплуатации.
- Представление информации о результатах опытной эксплуатации в испытательную лабораторию.

Для участия в эксперименте собственник высокоавтоматизированного транспортного средства представляет в испытательную лабораторию:

- Заявку на получение разрешения для допуска высокоавтоматизированного транспортного средства на дороги общего пользования, прилагая заключение о соответствии автомобиля техническим требованиям, предъявляемых к транспорту подобного типа.
- Высокоавтоматизированное транспортное средство.

Перед подачей заявки одним из главных обязательных требований к заявителю является наличие страхового свидетельства на сумму 10 млн. рублей в отношении каждого высокоавтоматизированного транспортного средства. Данное страхование в период проведения опытной эксплуатации должно покрывать риск ответственности по обязательствам, возникающим вследствие причинения вреда жизни, здоровью или имуществу других лиц в пользу третьих лиц.

Помимо этого, к заявке на получение в отношении высокоавтоматизированного транспортного средства заключения о соответствии транспортного средства с внесенными в его конструкцию изменениями требованиям безопасности прилагаются:

- специальная декларация;
- руководство водителя высокоавтоматизированного транспортного средства по работе с автоматизированной системой вождения;
- программа опытной эксплуатации;
- документы, подтверждающие исполнение заявителем требования страхования;
- выписка из Единого государственного реестра юридических лиц, выданная не позднее 30 дней со дня подачи заявки;
- декларация, подписанная уполномоченным лицом заявителя о соответствии требованиям водителей, которые будут принимать участие в эксперименте;
- видеоматериалы, подтверждающие проведение заявителем тестирования работы высокоавтоматизированного транспортного средства в автономном режиме на территории полигона.

Во время проведения эксперимента на собственника накладываются следующие обязательства:

- осуществлять видеофиксацию действий водителя и окружающей дорожно-транспортной обстановки во время проведения эксперимента, обеспечивать хранение видеозаписей о действиях водителя и об окружающей дорожно-транспортной обстановке во время проведения эксперимента в течение не менее 10 лет и предоставлять доступ к таким данным по запросу Министерства внутренних дел Российской Федерации и (или) Министерства промышленности и торговли Российской Федерации;
- уведомлять пассажиров высокоавтоматизированного транспортного средства о том, что эксплуатация этого транспортного средства осуществляется в режиме эксперимента.

Нормативно-правовое регулирование высокоавтоматизированных транспортных средств на дорогах общего пользования США.

В настоящее время США располагают одной из наиболее развитых нормативно-правовых баз в области высокоавтоматизированных транспортных средств. Согласно законам, получить допуск для проведения испытаний автономных транспортных средств на дорогах общего пользования могут лишь лицензированные производители в области высокоавтоматизированных технологий. К данным производителям предъявляются требования, позволяющие регулировать экспериментальную детальность в реальных условиях.

Выполнение испытаний должно производиться исключительно сотрудниками, подрядчиками или другими лицами, назначенными производителями автономных технологий. Для проведения испытаний устанавливают следующие требования:

- Оператор-водитель должен находиться на месте водителя, следя за безопасностью эксплуатации автомобиля и иметь возможность немедленно принять на себя ручное управление автономным транспортным средством в случае возникновения технических проблем или другой чрезвычайной ситуации.

- До начала испытаний производитель обязан получить страховой документ на сумму не менее пяти миллионов долларов для выполнения испытаний.

- Автономное транспортное средство должно иметь легко доступный для оператора механизм включения и выключения автономной системы.

- Автономное транспортное средство должно иметь визуальный индикатор в салоне, указывающий, когда автономная система включена.

Автономное транспортное средство должно иметь систему безопасного оповещения оператора о возникновении технических неполадок автономной системы, и выполнять следующие действия:

- 1) Требовать от оператора взять на себя управление автономным транспортным средством.

- 2) Если оператор не может взять под свой контроль транспортное средство, то автономное транспортное средство должно быть в состоянии

самостоятельно осуществить свою остановку.

– Автономное транспортное средство должно позволять оператору контролировать транспортное средство без ограничений, с помощью тормоза, педали акселератора и рулевого колеса, и информировать оператора об отключении автономной системы.

– Автономное транспортное средство должно иметь механизм хранения данных с датчиков не менее 30 секунд до столкновения с транспортным средством, препятствием или пешеходом во время работы автономной системы. Срок хранения данных должен составлять не менее 3 лет.

– Проведение испытаний должно происходить на скорости не более 35 миль (56 км/ч).

Перспективы развития нормативно правовой базы для высокоавтоматизированных транспортных средств.

Поскольку на данный момент в России допуск высокоавтоматизированных средств на дороги общего пользования осуществляется на основании постановления Правительства Российской Федерации от 26 ноября 2018 г. № 1415 «О проведении эксперимента по опытной эксплуатации на автомобильных дорогах общего пользования высокоавтоматизированных транспортных средств», то следующим этапом является разработка и принятие федерального закона, регулирующего данную область деятельности. В мае 2019 года был разработан законопроект № 710083-7 «Об опытной эксплуатации инновационных транспортных средств и внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации». Данный законопроект позволит регулировать отношения, возникающие в связи с опытной эксплуатацией инновационных транспортных средств, включая высокоавтоматизированные транспортные средства, на автомобильных дорогах общего пользования, а также устранения законодательных барьеров и создания благоприятных правовых условий для опытной эксплуатации высокоавтоматизированных (инновационных) транспортных средств. Законопроект предполагает внесение следующих изменений:

- Определение понятий, необходимых для регламентации процесса опытной эксплуатации инновационных транспортных средств.
- Установление особого правового статуса инновационных транспортных средств.
- Введение в законодательство Российской Федерации возможности организации и проведения опытной эксплуатации инновационных транспортных средств на автомобильных дорогах общего пользования.
- Наделение Правительства Российской Федерации рядом полномочий в области проведения опытной эксплуатации инновационных транспортных средств.
- Регламентация порядка выдачи разрешения на проведение опытной эксплуатации инновационных транспортных средств на автомобильных дорогах общего пользования.

Заключение

Современные темпы развития высокоавтоматизированного транспорта требуют своевременного принятия нормативно-правовых актов, позволяющих стандартизировать и устанавливать контроль выпуска автомобилей, использующих беспилотные технологии, на дороги общего пользования.

Список литературы

1. О проведении эксперимента по опытной эксплуатации на автомобильных дорогах общего пользования высокоавтоматизированных транспортных средств [Постановление Правительства Российской Федерации от 26 ноября 2018 г. по состоянию на 26 ноября 2018 г.]. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://government.ru/docs/34831>. (дата обращения: 15.10.2019 г.)
2. SAE J3016 Taxonomy and Definitions for Terms Related to On-Road Motor Vehicle Automated Driving Systems. -SAE, 2014. - 12 p.
3. Department of Transportation of the United States of America. Vehicle-To-Infrastructure (V2I) Resources [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.its.dot.gov/v2i/index.htm> (дата обращения: 15.10.2019 г.)

4. European commission. Communication from the commission to the european parliament, the council, the european economic and social committee and the committee of the regions [Электронный ресурс] / eur-lex, Brussels, 2016. – Режим доступа: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A52016DC0766>. (дата обращения: 17.10.2019 года)

Статья 3: Конструктивные особенности автомобилей с высокой степенью автоматизации

Авторы: кандидат технических наук, доцент Воробьев А.И., Забудский А.Ю., Ковешников А.А.

Ключевые слова: оборудование автоматизированных транспортных средств, радар, лидар, инерциальный блок, система высокоточной навигации.

Транспортные средства с высокой степенью автоматизации отличаются от неавтоматизированных как с точки зрения программного обеспечения, так и с технической стороны. Для того, чтобы движение такого типа транспортных средств было возможно в автоматизированном режиме, разработчики и производители устанавливают на них дополнительное оборудование, как правило, включающее в себя:

- Камеры.
- Радары.
- Лидары.
- Инерциальный блок.
- Система высокоточной навигации.

Камеры

Видеоизображения предоставляют визуальную информацию для человека-водителя, что также подойдет в качестве входного параметра при высокоавтоматизированного вождения. Задние и 360° камеры помогают водителю лучше представлять окружающую среду вне автомобиля. Сегодня двумерные камеры широко доступны для отображения изображений и иногда накладывают на

дисплей дополнительную информацию, такую как угол поворота рулевого колеса. Автопроизводители начинают устанавливать камеры с виртуальными трехмерными изображениями.

Для обеспечения реалистичности трехмерного изображения обычно требуются входные сигналы от четырех до шести камер, и необходимо уделять особое внимание «сшивке изображений», чтобы избежать потери информации или генерации побочных изображений. Для двухмерных и трехмерных камер требуются датчики изображения с очень высоким динамическим диапазоном, превышающим 130 дБ. Этот широкий динамический диапазон необходим для получения четкого изображения даже при попадании прямых солнечных лучей на объектив.

Современные автомобильные тыловые и 360° видеосистемы обычно имеют централизованную архитектуру. Это означает, что центральный блок управления обрабатывает данные от четырех до шести камер. Поскольку обработка выполняется программно, к процессору предъявляются жесткие технические требования. Современные методы сжатия данных также требуют больших объемов памяти.

Существует еще один подход, который основан на распределении обработки изображений на камеры и последующем распространении данных через Ethernet на головное устройство (содержащее элемент управления для основного дисплея), которое завершает агрегацию и представление изображений. Отдельные изображения предварительно обрабатываются внутри камеры, а затем отправляются на главный процессор головного устройства с использованием сжатия H.264 с малой задержкой через интерфейс локальной сети (Ethernet).

Передние камеры. Эти системы камер представляют собой системы для средних и высоких диапазонов, например, в диапазоне от 90 до 250 метров. Эти камеры используют алгоритмы для автоматического обнаружения объектов, их классификации и определения расстояния до них. Например, камеры могут идентифицировать пешеходов и велосипедистов, автомобили, боковые полосы, опоры мостов и окраины дорог. Алгоритмы также используются для обнаружения дорожных знаков и сигналов.

Камеры среднего радиуса действия предупреждают водителя о перекрестном

движении, пешеходах, экстренном торможении впереди идущего автомобиля, а также обнаружении полосы и светофора. Камеры дальнего радиуса действия используются для распознавания дорожных знаков, определения расстояния до объектов на основе видео и навигации по дороге.

Для этих систем камер не указывается точная цветопередача сигнала, поскольку используются только прямые исходные данные датчика изображения.

Основное различие между камерами для среднего и высокого диапазона - это угол раскрытия линз. Для систем среднего радиуса действия используется горизонтальное поле зрения от 70° до 120° , тогда как камеры с широким диапазоном апертур используют горизонтальные углы приблизительно 35° .

Будущие системы будут пытаться охватить средние и высокие диапазоны исключительно оптической системой. Чтобы добиться успеха, датчики изображения в будущем, вероятно, будут иметь более 7 миллионов пикселей.

Радар

Статистика несчастных случаев показывает, что 76% всех несчастных случаев основаны исключительно на человеческой ошибке. ADAS (адаптивные системы помощи водителю) требуют нескольких радарных датчиков, которые вносят решающий вклад в общую функцию автономного вождения. Радар – радиообнаружение и измерение дальности.

Современные радиолокационные системы работают на частоте 24 ГГц или 77 ГГц. Преимущества 77 ГГц заключаются в большей точности измерений расстояния и скорости, а также в более точном угловом разрешении. Другими преимуществами по сравнению с 24 ГГц являются меньший размер антенны, а также работа с меньшими помехами. Основные различия лежат между приложениями SRR (радар ближнего радиуса действия) и приложениями MRR/LRR (радар среднего радиуса действия, радар большой дальности).

Радиоприемники ближнего действия включают в себя:

- обнаружение слепых зон (мониторинг слепых зон);
- поддержание полосы движения и помощник смены полосы движения;

- задний радиолокатор для предупреждения о столкновении или предотвращения столкновения;
- помощь при парковке.

Примеры приложений MRR/LRR:

- тормозной ассистент;
- экстренное торможение;
- автоматический контроль расстояния.

Приложения SSR в основном предназначены для замены ультразвуковых датчиков и поддержки высокоавтоматизированного вождения. С этой целью датчики размещены в каждом углу транспортного средства, а передний датчик для дальнего обнаружения расположен на передней части транспортного средства. Для радиолокационной системы «кокон» дополнительные датчики размещены на каждой боковой части транспортного средства.

В идеале эти радарные датчики должны использовать полосу частот 79 ГГц с шириной полосы 4 ГГц, однако глобальные спецификации частоты до сих пор допускают ширину полосы только 1 ГГц на частоте 77 ГГц. Сегодня общим разделением для радара MMIC (монолитная микроволновая интегральная схема) являются три канала передачи и четыре канала приема для монолитной интеграции. В отрасли обсуждается вопрос о том, имеет ли смысл интегрировать обработку базовой полосы в MMIC или лучше сосредоточиться на радиолокационном датчике необработанных данных.

Лидар

Лидар – Light Detection And Ranging – обнаружение, идентификация и определение дальности с помощью света – технология получения и обработки информации об удалённых объектах с помощью активных оптических систем, использующих явления поглощения и рассеяния света в оптически прозрачных средах. Помимо передатчика (лазера) системе требуется высокочувствительный приемник. Применяемая для измерения расстояний до стационарных, а также

движущихся объектов, система использует специальные процедуры для предоставления трехмерных изображений обнаруженных объектов. Задача системы помощи водителю заключается в том, чтобы она работала при всех возможных условиях окружающей среды (температура, солнечная радиация, темнота, дождь, снег) и, прежде всего, распознавала объекты на расстоянии до 270 метров. При этом очень важно, чтобы была возможность организации крупносерийного производства при минимально возможных затратах и наименьших габаритах.

Лидарные системы не новы и уже много лет используются в промышленности и в армии. Однако это сложные механические зеркальные системы с круговой обзорностью 360°, которые захватывают пространственные изображения объектов. При стоимости в несколько десятков тысяч долларов эти механические системы не подходят для крупномасштабного развертывания в автомобильном секторе.

Сегодня на автомобильном рынке существуют две основные тенденции будущего: инфракрасные системы лидар, в которых с помощью микроэлектромеханической системы используется вращающийся лазер или твердотельный лидар.

На данный момент камеры, радары и лидары используются при создании и эксплуатации высокоавтоматизированных транспортных средств. Некоторые производители не используют лидары, аргументируя это тем, что для движения им достаточно лишь данных с радаров и камер.

Инерциальный блок

Инерциальная единица измерения (IMU) - это электронное устройство, которое измеряет и сообщает определенную силу тела, угловую скорость, а иногда и ориентацию тела, используя комбинацию акселерометров, гироскопов, а иногда и магнитометров. IMU, как правило, используются для маневрирования воздушных судов (системы ориентации и направления), в том числе беспилотных летательных аппаратов и многих других космических аппаратов, включая спутники. Последние разработки позволяют производить GPS-устройства с поддержкой IMU. IMU позволяет приемнику GPS работать, когда GPS-сигналы недоступны, например,

в туннелях, внутри зданий или при наличии электронных помех. В последнее время инерциальные системы широко используются при внедрении высокоавтоматизированных транспортных средств. Главная функция – снижение возможных погрешностей при отказе основной системы в местах, где сигнал ограничен или отсутствует.

Высокоточная навигация

GNSS – это глобальные навигационные спутниковые системы (Global Navigation Satellite System). Данные системы используются для создания координатно-временного поля на поверхности Земли и в околоземном пространстве. Благодаря глобальным навигационным спутниковым системам можно определить местоположение в любой точке. Достоинства подобных систем очевидны: не требуется прямая видимость между пунктами, погрешность в измерениях может считаться минимальной, измерения можно проводить в любое время суток и при любой погоде. Также стоит отметить, что использование GNSS позволяет в значительной степени сократить время, необходимое для определения местоположения точки.

Глобальные навигационные спутниковые системы включают в себя: космические аппараты, наземные системы контроля и управления и навигационные приборы непосредственных пользователей.

Сигналы GNSS без поправок обеспечивают точность позиционирования от пяти до десяти метров. Поправки могут быть сгенерированы несколькими источниками или методами, и разработчики системы должны выбрать метод исправлений, который наилучшим образом соответствует требованиям их применения. Поправки работают в комбинации с многочастотными измерениями из GNSS, чтобы обеспечить точность от нескольких миллиметров до сантиметра – в зависимости от источника поправок.

Также для более корректной работы системы необходимо использование RTK – кинематика реального времени. Это совокупность приёмов и методов получения плановых координат и высот точек местности сантиметровой точности с помощью

спутниковой системы навигации посредством получения поправок с базовой станции, принимаемых аппаратурой пользователя во время съёмки.

RTK отправляет данные от эталонных приемников в непосредственной близости от автомобиля. Местоположение может быть покрыто одной или несколькими сетями RTK, доступными бесплатно или за абонентскую плату.

PPP (Precise Point Positioning) – позиционирование высокой точности – метод получения высокоточных координат (в плане и по высоте) местности сантиметровой точности с помощью глобальных навигационных спутниковых систем (GNSS) посредством получения поправок.

Такие компоненты, как радар, лидар и камеры, используются для определения расстояния до объектов, окружающих автомобиль. Если точное местоположение окружающих объектов известно, эта технология может обеспечить определение точного местоположения транспортного средства с помощью большого количества картографических данных. В сочетании с такими дополнительными технологиями, как ультразвуковое, внутреннее движение, цифровые карты, радар/лидар и камеры, GNSS обеспечивает эффективность позиционирования, необходимую для автономных транспортных средств.

Список литературы

1. Cooperative ITS Corridor. Kooperative Verkehrssysteme – sicher und intelligent Einführung im Korridor: Rotterdam – Frankfurt/M. – Wien [Электронный ресурс] / Cooperative ITS Corridor. – Режим доступа: <http://c-its-korridor.de>. (дата обращения: 11.10.2019 года)
2. NHTSA (2016) ODI Resume—Investigation EA 16-002. Office of Defects Investigation, National Highway Traffic Safety Administration, Washington DC.
3. Baguley CJ (1988) Running the red at signals on high-speed road. Traffic Eng Control 29:415–420

Статья 4: Особенности реализации автоматизированных систем управления транспортными средствами различных категорий

Авторы: доктор технических наук, профессор Жанказиев С.В., кандидат технических наук, доцент Воробьев А.И., Забудский А.Ю., Ковешников А.А.

Ключевые слова: испытания автоматизированных транспортных средств.

В соответствии со статьёй 25 Федерального закона от 10 декабря 1995 г. № 196-ФЗ «О безопасности дорожного движения» (во всех редакциях до № 437-ФЗ от 28.12.2013 15 ноября 1995 года Гос. Думой приняты следующие категории транспортных средств, на управление которыми необходимо специальное право: М, А, В (включая В1, ВЕ), С (включая С1, С1Е, СЕ), D (включая D1, D1Е, DE).

В данной статье не рассматриваются транспортные средства категорий М и А, поскольку в принципе невозможно автоматизировать двухколесные транспортные средства. Будут рассматриваться такие типы транспортных средств, как легковые (категория В), грузовые (категория С), а также пассажирский транспорт (категория D).

В настоящее время активно развиваются технологии автономного движения, и данная сфера охватывает не только легковой транспорт, но и грузовой, а также автобусы. Конструктивно все типы транспортных средств будут похожи, потому что принципы движения в автоматизированном режиме у всех одинаковы, однако все равно будут различия в оборудовании.

При рассмотрении опыта внедрения легковых автомобилей с высокой степенью автоматизации, можно выделить основные факторы, при которых их запуск возможен – это наличие инфраструктуры, правовой базы, а также оборудования транспортного средства.

При реализации движения легковых транспортных средств наличие инфраструктуры имеет одну из основных ролей, поскольку при движении в автоматизированном режиме, особенно в смешанном транспортном потоке, автомобилю необходима информация о текущей организации дорожного движения, о ДТП и других конфликтах на дороге, о погодных условиях и т.д.

Для высокоавтоматизированных транспортных средств необходим стандартный набор оборудования: камеры, радары, лидары, высокоточная навигация.

Для того чтобы понять различия в системах высокоавтоматизированных транспортных средств, следует рассмотреть опыт и будущее их внедрение.

Одним из лидеров в данной области является компания «Ford». Усилия по созданию полностью автономных транспортных средств к 2021 году являются основной опорой дочерней компании «Ford Smart Mobility». Компания стремится к тому чтобы их транспортные средства совершали движение без рулевого колеса, педали газа или педали тормоза в пределах геозоны, что является частью общего опыта езды или получения удовольствия от езды. Таким образом, транспортное средство будет классифицировано как транспортное средство уровня 4 SAE или «High Automation», который может выполнять все аспекты вождения без вмешательства водителя-человека. Система запускается на уровне 0 – без автоматизации - который определяется как транспортное средство, которому требуется водитель-водитель для выполнения всех аспектов задачи вождения, и переходит на уровень 5 - полная автоматизация - на котором транспортное средство может выполнять все задачи вождения, нет независимо от условий окружающей среды или дороги. Выпуская массовое производство автомобилей уровня 4, «Ford» достигнет наивысшего уровня автоматизации среди всех производителей автомобилей на сегодняшний день.

Для достижения этой амбициозной цели компания «Ford» взяла на себя обязательство расширять свои исследования в области современных алгоритмов, трехмерного картографирования, радиолокационных технологий и датчиков камер. Чтобы ускорить разработку этих новых технологий, компания объявила о четырех ключевых инвестициях и сотрудничестве с компаниями, занимающимися производством компонентов для автоматизированных автомобилей – «Velodyne», «SAIPS», «Nirenberg Neuroscience LLC» и «Civil Maps».

Став первым автопроизводителем, начавшим испытания полностью автономных транспортных средств в «Mcity» – симулятивной городской среде

Мичиганского университета, «Ford» добился огромных успехов в исследовании того, как эти автомобили работают в опасных условиях, таких как снег и полная темнота. На данный момент количество автомобилей «Fusion Hybrid» составляет более 90 штук. Эти седаны будут уже передвигаться в Калифорнии, Аризоне и Мичигане для всесторонней разработки и тестирования.

В дополнение к всестороннему тестированию этих автомобилей и интенсивному сотрудничеству с внешними партнерами, «Ford» концентрирует свое внимание на расширении своего присутствия в Силиконовой долине, создав специальный кампус в Пало-Альто, чтобы обеспечить реализацию этих инноваций. Центр исследований и инноваций «Ford», который был первоначально создан в 2015 году, будет иметь два новых здания и 150 000 квадратных футов рабочих и лабораторных помещений, а текущий персонал в Пало-Альто из 130 человек будет удвоен к концу 2017 года.

Обращаясь к опыту внедрения и эксплуатации автобусов и шаттлов, стоит рассмотреть пример компании «NAVYA». «NAVYA» - ведущий французский производитель на рынке автономных транспортных средств и интеллектуальных решений для различного рода мобильных решений.

Имея более 250 сотрудников во Франции (Париж и Лион) и в США (Мичиган), «NAVYA» разрабатывает, производит и коммерциализирует автономные, беспилотные и электрические транспортные средства, сочетающие в себе робототехнические, цифровые технологии и технологии вождения на самом высоком уровне.

С 2015 года компания «NAVYA» первой выпустила на рынок и внедрила автономные решения для мобильности, шаттлы и такси. «NAVYA» предлагает два автономных автомобиля: «AUTONOM SHUTTLE», выпущенный в сентябре 2015 года, из которых более 115 уже продано в 20 странах по состоянию на 31 декабря 2018 года, особенно в США, Франции, Германии, Швейцарии, Японии и Австралия, а также «AUTONOM CAB», представленный в ноябре 2017 года, первые дорожные испытания которого начнутся в ближайшее время.

Созданный в 2014 году Кристофом Сапетом и компанией «Robolution Capital»

(под управлением «360 Capital Partners»), Его основным акционером, акционерами NAVYA также являются венчурный фонд «Gravitation and Paris Region» (Région Île-de-France), управляемый фондами «Cap Decisif Management», а также «VALEO» и «KEOLIS».

На данный момент компания «NAVYA» является одной из самых успешных на рынке. На декабрь 2018 года продано более 115 автомобилей, которые передвигаются в 20 странах – Австралия, Австрия, Дания, Франция, Германия, Япония, Сингапур, Швейцария, США и др.

Автомобили этой компании имеют разрешения на передвижения на таких дорогах, как: «ASTRA» (Швейцария), «FTSA» (Финляндия), «LTA» (Сингапур), «MDDI» (Люксембург), «MFK» (Лихтенштейн), «MTES» (Франция), «NTC» (Австралия), «RDW» (Нидерланды), «SAAQ» (Канада), «SPF M&T» (Бельгия), «STA» (Швеция), «TÜV Austria» (Австрия), «TÜV Rheinland & TÜV Hessen» (Германия) и с 2016 года перевезли более чем 350 000 пассажиров.

Шаттлы, разработанные «NAVYA», способны в автономном режиме перевозить до 15 пассажиров в городе или на частной территории. Максимальная скорость ТС составляет 25 км/ч. Шаттл оборудован ГНСС Антенной, Одометрами, камерами внешнего и внутреннего обзора, а также лидарами.

«Volvo» совместно с «NTU Singapore» начали испытания полноразмерного электрического высокоавтоматизированного автобуса. Данные автобусы начнут испытывать в кампусе Технологического университета Ньянга. «Volvo 7900 Electric» оснащен многочисленными датчиками и средствами навигации, управляемыми комплексной системой искусственного интеллекта (AI).

Обеспечивая максимальную безопасность и надежность, система искусственного интеллекта также защищена ведущими в отрасли мерами кибербезопасности для предотвращения нежелательных вторжений в киберпространство. Это включает в себя датчики обнаружения и измерения дальности (Лидары), камеры стереозрения, которые захватывают изображения в 3D, и передовую глобальную навигационную спутниковую систему, которая использует кинематику в реальном времени. Это похоже на любую систему глобального

позиционирования (GPS), но использует несколько источников данных, чтобы обеспечить точность определения местоположения до одного сантиметра. Система также подключена к «инерциальному блоку управления», который действует как гироскоп и акселерометр типа «два в одном», измеряя поперечную и угловую скорость шины. Это улучшит его навигацию при пересечении неровной поверхности и крутых поворотов, обеспечивая плавность хода. Эти датчики и платформы GPS будут управляться комплексной системой искусственного интеллекта, которая была разработана исследователями «NTU». Он не только управляет различными датчиками и системами GPS в автобусе, но также позволяет ему автономно ориентироваться в условиях интенсивного движения и тропических погодных условий. Система AI защищена ведущими в отрасли мерами кибербезопасности и брандмауэра, чтобы предотвратить нежелательные вторжения для максимальной безопасности и надежности.

Особенностью высокоавтоматизированных автобусов можно считать то, что в салоне находится гораздо больше пассажиров, чем в легковом автомобиле. Это значит, что необходимо обеспечить постоянный контроль в салоне с целью безопасности, а также мониторинга пассажиропотока. Движение автобуса, включая и Россию, в городах часто осуществляется по выделенным полосам для движения общественного транспорта. С одной стороны, в автоматизированном режиме автобусу будет немного проще передвигаться по дорогам, чем легковым автомобилям, однако не стоит также забывать и про инфраструктуру на каждом маршруте автобуса. Автобус обладает крупными габаритными размерами, что вносит некоторые изменения в оборудование: количество радаров и лидаров должно быть увеличено.

Для грузового транспорта вопрос автоматизации также является актуальным. Ежедневно огромное количество грузов перевозится при помощи данного типа транспортных средств. Основной особенностью может стать то, что грузовые автомобили смогут перевозить грузы, двигаясь в колонне. В США на данный момент активно разрабатывают стратегию внедрения автоматизированных систем управления на грузовых транспортных средствах. Данное решение позволит

в будущем значительно снизить затраты на перевозку грузов, поскольку процесс будет автоматизирован, и потребуется гораздо меньшее количество человек для процесса.

Компания «Starsky Robotics» провела испытания своего полностью беспилотного автономного грузовика на 9,4-мильной трассе общего пользования на автомагистрали Флорида. Ранее компания уже тестировала технологию самостоятельного вождения на частных дорогах. На данный момент, это единственная компания, которая тестирует грузовики, не имея людей в кабинах на дорогах общего пользования. Удаленный оператор, сидящий в офисе на расстоянии около 200 миль, выполнял старт и финиш грузового автомобиля, что составляло приблизительно 0,2 мили от 9,4-мильной поездки. Оператор, имеющий более чем двадцатилетний опыт работы в дальних перевозках, дистанционно направил транспортное средство из зоны отдыха на шоссе, а затем помог направить грузовик обратно с шоссе и припарковать его в пункте назначения. «Starsky» тестирует свои автономные технологии уже более двух лет. Самостоятельный запуск грузовика в мае завершил серию дорожных испытаний на участке скоростной автомагистрали Ли Рой Селмон, штат Флорида. «Starsky» также завершил 7-мильный путь без водителя по закрытой дороге в феврале 2018 года во Флориде и вывез свою первую автоматическую загрузку на Флоридской магистрали в феврале 2017 года.

Трехлетний стартап со штаб-квартирой в Сан-Франциско в настоящее время имеет три автономных грузовых автомобиля, но планирует к 2020 году увеличить до 25 грузовиков без водителя. Однако эта цель не может быть достигнута без дохода, получаемого от традиционной работы по переезду в Старски с использованием автомобильных дорог, который состоит из 36 грузовиков. Компания получила свои операционные полномочия в марте 2017 года.

В настоящее время компания стремится расширить свой парк, добавив больше водителей грузовиков для бездорожья. Цель состоит в том, чтобы в конечном итоге перевести наиболее квалифицированных водителей грузовиков в сторону автономных транспортных средств для телеуправления грузовиками из офисной

среды. Глава компании считает, что дистанционное управление грузовыми автомобилями поможет решить проблему текучести грузов в автомобильной промышленности и привлечет молодых водителей.

Американские ассоциации грузоперевозок заявили, что в 2018 году показатель оборота на крупных автопарках в среднем составил 89 процентов, что на два пункта больше, чем в предыдущем году. Согласно последнему опросу, проведенному Американским институтом исследований в области транспорта, автомобили с самостоятельным вождением также могут помочь решить проблему парковки грузовых автомобилей, которые в 2018 году были названы одной из их главных проблем. Конечная цель «Starsky» заключается в том, чтобы автономные грузовики ездили 24 часа в сутки, но с несколькими удаленными операторами меняются смены.

Изучив опыт внедрения высокоавтоматизированных транспортных средств различных категорий, можно судить об уровне развития каждого типа транспортных средств. Конечно же, легковые автомобили на данный момент имеют самые высокие темпы развития, однако грузовой и пассажирский транспорт постепенно также развивается в данном направлении. Различия в реализации высокоавтоматизированных систем зависят от нескольких факторов, одним из которых является среда, в которой планируется запускать транспортное средство. Если это дороги общего пользования, то на транспортном средстве должен присутствовать определенный набор оборудования, а инфраструктура должна соответствовать необходимому для движения уровню. На закрытых территориях, где отсутствуют другие транспортные средства, или же интенсивность транспортного потока минимальна, условия движения для автоматизированного транспортного средства также будут отличаться, управление более простое.

Список литературы

1. Jurgen, R. V2V/V2I Communications for Improved Road Safety and Efficiency / R. Jurgen // SAE: Warrendale, PA, USA, 2012; pp. i–viii.

2. Rahman, K.A. Towards a cross-layer based MAC for smooth V2V and V2I communications for safety applications in DSRC/WAVE based systems. In Proceedings of the 2014 IEEE Intelligent Vehicles Symposium Proceedings / K.A. Rahman, K.E. Tepe // Dearborn, MI, USA, 8–11 June 2014; pp. 969–973.

Статья 5: Требования к инфраструктуре для автоматизированных транспортных средств

Авторы: доктор технических наук, профессор Жанказиев С.В., кандидат технических наук, доцент Воробьев А.И., Плетнёв М.Г., Ковешников А.А.

Одним из наиболее эффективных способов решения транспортных проблем, вызванных влиянием человеческого фактора, является широкое внедрение технологий автономного вождения и создание требований к инфраструктуре с высокой степенью автоматизации управления. В настоящий момент практически все крупные автопроизводители реализуют проекты, направленные на создание частично или полностью автономных транспортных средств, а к 2020 году западные аналитики прогнозируют запуск серийного производства автомобилей с автономным.

Транспортная инфраструктура является составной частью транспортных систем и включает в себя пути сообщения, терминальные объекты, а также вспомогательные средства и системы (энергоснабжения, связи, управления движением, обмена данными и т.д.). В данном контексте инфраструктура рассматривается как единая основа функционирования транспортных систем.

В настоящее время транспортная отрасль находится на этапе создания и внедрения транспортных средств с высокой степенью автоматизации. Одним из важных направлений развития транспортных средств с высокой степенью автоматизации является обеспечение взаимодействия между различными вовлеченными объектами для обмена информацией через различные протоколы связи, такие как IEEE 802.11p и LTE-V2V.

Во многом современные автомобили уже являются участниками автоматизированного управления. Однако в самое ближайшее время они также

будут напрямую взаимодействовать друг с другом и с инфраструктурой. Это взаимодействие является областью Совместных интеллектуальных транспортных систем (C-ITS), которые позволят участникам дорожного движения и транспортным менеджерам использовать ранее недоступную информацию, обмениваться ею и координировать свои действия. Ожидается, что этот совместный элемент, обеспечиваемый цифровой связью, значительно улучшит безопасность дорожного движения, эффективность движения и комфорт вождения, помогая водителю принимать правильные решения и адаптироваться к дорожной ситуации [1].

Связь между транспортными средствами, инфраструктурой и другими участниками дорожного движения также имеет решающее значение для повышения безопасности автоматизированных транспортных средств и их полной интеграции в общую транспортную систему. Сотрудничество, связь и автоматизация – это не только взаимодополняющие технологии, они усиливают действия друг друга и со временем полностью сливаются воедино.

Страны по всему миру (например, США, Австралия, Япония, Корея и Китай) стремительно движутся к внедрению цифровых технологий, а в некоторых странах транспортные средства и услуги C-ITS уже доступны на рынке. Министры транспорта стран G7 (Большой семерки) неоднократно подчеркивали необходимость действий. Несколько государств начали развертывание C-ITS в реальных условиях через стратегические альянсы, такие как кооперативный коридор ЕС.

Объединение транспортных средств и инфраструктуры через кооперативный коридор приближает к концепции интеллектуальной и безаварийной мобильности населения. Технически это достигается с помощью кооперативных систем. Они обеспечивают прямую связь между транспортными средствами, системами контроля дорожного движения и центрами управления движением. В этом случае используется связь V2X (связь между транспортными средствами или между транспортными средствами) или C-ITS (кооперативные интеллектуальные транспортные системы).

Существует несколько этапов развития кооперативных ИТС:

– Кооперативные ИТС, обеспечивающие сетевое взаимодействие транспортных средств, находящихся под управлением водителя, с дорожной инфраструктурой.

– Кооперативные ИТС, обеспечивающие сетевое взаимодействие транспортных средств с высокой степенью автоматизации управления с дорожной инфраструктурой.

Для успешного развертывания C-ITS требуется беспрецедентный уровень сотрудничества во многих секторах. Роли и обязанности в цепочке создания не выделены, что ставит под сомнение существующие концепции. Чтобы избежать возможных последствий отката назад, таких как увеличение трафика и выбросов, необходимо тесное сотрудничество с местными властями. Например, интегрировать совместные, подключенные и автоматизированные транспортные средства в планирование устойчивой мобильности или концепцию «Мобильность как услуга», включая общественный транспорт и активные способы передвижения, такие как ходьба и езда на велосипеде. Для обеспечения широкого признания технологий C-ITS и максимизации их экономического и социального воздействия участие граждан является ключевым фактором, и развертывание C-ITS должно быть сосредоточено на пользователе.

Цифровая транспортная система требует мышления в горизонтальных слоях, пересекающих различные виды транспорта и отрасли, а не в вертикальных (таких как транспорт, энергетика или телекоммуникации). Больше нельзя фокусироваться только на слое инфраструктуры (например, на дорогах и транспортных средствах). Цифровые технологии также основаны на слое данных, который содержит как статические данные, такие как цифровые карты или правила дорожного движения, так и динамические данные, такие как информация о трафике в реальном времени. Эти данные затем используются для разработки слоя инновационных услуг и приложений, которые доступны через слой сетей. Чтобы наилучшим образом использовать цифровые технологии, необходимо обеспечить доступ к рынкам и добросовестную конкуренцию на каждом из этих уровней.

Для создания благополучных условий для развертывания услуг C-ITS

необходимо задать приоритеты:

– Непрерывность обслуживания, то есть доступность услуг C- ITS для конечных пользователей, является наиболее важным фактором для быстрого развертывания C-ITS. С самого начала развертываемые сервисы должны быть максимально доступными как на стороне инфраструктуры, так и на транспортных средствах. Поэтому необходимо устанавливать приоритеты для скоординированного развертывания услуг C-ITS государством и отраслью.

Быстрое развертывание как можно большего количества сервисов также будет означать, что они, несмотря на то что быстрее выйдут из строя, приведут к большей выгоде, в основном из-за эффекта сети (что означает, что медленные начальные скорости использования привели бы к относительно длительным периодам с небольшими выгодами). Поэтому перечень используемых сервисов лучше разделить на несколько групп.

Первая группа — это технологически подготовленные и полезные услуги, чтобы конечные пользователи и общество в целом могли воспользоваться ими как можно скорее. Например, предупреждение о дорожных работах; информация о погодных условиях; аварийный стоп-сигнал и другие опасности.

Вторая группа — это услуги, для которых полные спецификации или стандарты могут быть только частично готовы к крупномасштабному развертыванию. Например, информация о заправочных и зарядных станциях для транспортных средств на альтернативном топливе; информация о парковке во дворе; информация о трафике и другое.

Разработка единого решения безопасности для развертывания и эксплуатации C-ITS, в свою очередь, заложит основу повышения безопасности на более высоких уровнях автоматизации (включая передачу данных между транспортными средствами и инфраструктурой).

Сообщения C-ITS будут передаваться для широкого спектра услуг, в различных транспортных ситуациях и между различными участниками. Как правило, водителям все равно, какие коммуникационные технологии используются для передачи сообщений C-ITS, они ожидают беспрепятственного получения всей

информации о состоянии трафика и безопасности по всей стране. Это может быть достигнуто только с помощью гибридного коммуникационного подхода, то есть путем объединения дополнительных коммуникационных технологий.

Чтобы поддерживать все услуги C-ITS на стороне транспортного средства, на борту должен быть полный гибридный набор связи.

Требования к инфраструктуре при выборе коммуникационных технологий зависят от:

- местоположения;
- типа услуг;
- экономической эффективности.

В отличие от модели связи V2V, которая позволяет обмениваться информацией только между транспортными средствами, V2I позволяет транспортным средствам в пути взаимодействовать с транспортной инфраструктурой. Эти компоненты включают в себя: RFID-считыватели, дорожные светофоры, дорожные камеры, разметку полосы движения, уличные фонари, вывески и парковочные счетчики. [3]

Как правило, связи V2I являются беспроводными, двунаправленными и аналогично V2V используют выделенные частоты связи ближнего действия (DSRC) для передачи данных [4]. Информация отправляется элементами инфраструктуры к транспортному средству или наоборот через специальную сеть. Поэтому выбор местоположения элементов инфраструктуры особенно важен для точности информации и качества ее передачи через средства связи.

В странах Европейского союза в настоящее время наиболее перспективным гибридным коммуникационным соединением является комбинация ETSI ITS-G5 и существующих сетей сотовой связи. Это обеспечивает наилучшую возможную поддержку для развертывания всех услуг C-ITS в рамках первой группы. Данный способ сочетает в себе низкую задержку ETSI ITS-G5 для критичных ко времени сообщений C-ITS, связанных с безопасностью, с широким географическим охватом и доступом к большим группам пользователей существующих сетей сотовой связи.

В датчики V2I могут поступать инфраструктурные данные и обеспечивать

водителей советом в реальном времени, отправляя информацию о дорожных условиях, транспортных заторах на дорогах, любых дорожно-транспортных происшествиях на проезжей части, технических авариях, наличии строительных площадок и о наличии парковочных мест. Кроме того, надзор за дорожным движением и управление системами могут использовать данные, собранные от инфраструктуры и транспортных средств, чтобы установить переменные ограничения скорости и отрегулировать длительность светофорного цикла и его фазы для достижения экономии топлива и облегчения движения транспортных потоков [5].

Аппаратное, программное и микропрограммное обеспечение связи между транспортными средствами и инфраструктурой являются фундаментальной отправной точкой для развития автономных транспортных средств.

На основе анализа международного опыта необходимо создавать Руководство с принципами управления, направленными на повышение безопасности дорожного движения и мобильности населения, а также ускорения внедрения интеллектуальных систем. Также это Руководство необходимо для создания государственной поддержки. Потому что при реализации дорожного движения с высокой степенью автоматизации управления проблемы финансирования и получения ресурсов возникнут у правительства.

Поскольку эти расходы не могут быть поддержаны только доходами государства, поступающими от налогов на топливо и дорожных сборов, необходимо партнерство с основными производителями транспортных средств, которые могли бы извлечь выгоду в своих коммерческих целях.

В заключении можно сказать, что главным препятствием для активного развития инфраструктуры являются экономические издержки, поскольку в настоящее время только небольшая часть инфраструктуры готова к V2X коммуникации и требуются значительные экономические ресурсы для улучшения дорожной сети.

Еще одной целью, которая должна быть достигнута, является совершенствование технологической инфраструктуры, которая будет включать

в себя полную работу связи V2V, V2I и V2X.

Список литературы

1. Jurgen, R. V2V/V2I Communications for Improved Road Safety and Efficiency / R. Jurgen // SAE: Warrendale, PA, USA, 2012; pp. i–viii.
2. Rahman, K.A. Towards a cross-layer based MAC for smooth V2V and V2I communications for safety applications in DSRC/WAVE based systems. In Proceedings of the 2014 IEEE Intelligent Vehicles Symposium Proceedings / K.A. Rahman, K.E. Tepe // Dearborn, MI, USA, 8–11 June 2014; pp. 969–973.
3. Sepulcre, M. Context-aware heterogeneous V2I communications. In Proceedings of the 2015 7th International Workshop on Reliable Networks Design and Modeling (RNDM) / M. Sepulcre, J. Gozalvez, O. Altintas, H. Kremo, // Munich, Germany, 5–7 October 2015; pp. 295–300.

Статья 6: Особенности управления автомобилем с высокой степенью автоматизации управления

Авторы: кандидат технических наук, доцент Воробьев А.И., Шалагина Е.А., Ковешников А.А.

Ключевые слова: человеко-машинный интерфейс, передача управления в автоматизированном транспортном средстве.

Транспортное средство с высокой степенью автоматизации имеет ряд отличий не только с точки зрения конструктивной составляющей, но и с точки зрения определения прав и приоритета между двумя субъектами, способными управлять им.

Основной управляющий субъект ВАТС – пользователь, водитель (для 3 и 4 уровня автоматизации).

Так как функция автоматизированного управления является дополнительной и активируется по запросу пользователя, управление для водителя остается традиционным. Водитель проходит закономерные этапы получения информации, ее обработки, принятия решения и выполнения действий.

С появлением функций адаптивной помощи водителю блок получения информации становится более насыщенным, благодаря дополнительным электронным системам сбора и мониторинга недоступной пользователю информации. Такие функции повышают общую осведомленность водителя во время движения.

Для пользователей транспортных средств, оборудованных системой автоматизированного управления 3 и 4 уровня по классификации SAE, все еще доступна традиционная техника ручного управления. Функции автоматизации являются дополнительными и поэтому могут быть включены только по запросу пользователя, соответственно в остальное время водитель управляет автомобилем сам.

Для автоматизированного транспортного средства существует 2 субъекта управления, где основным выступает водитель, а второстепенным сама система, процесс движения может пребывать в 2 основных состояниях и 2 промежуточных.

1. Управляет водитель

- Передача управления, водитель-автоматизированная система.

2. Управляет автоматизированная система

- Передача управления, автоматизированная система-водитель.

Ручное управление

Романов А.Н. в своих исследованиях выделяет 5 закономерных этапов, которые выполняет водитель во время движения:

- Первый этап – получение информации. На этом этапе происходит активное обнаружение, выделение и восприятие нужных сигналов из окружающей обстановки, т.е. идет поиск необходимой информации для обеспечения безопасности дорожного движения из многообразного информационного потока.

- Второй этап – обработка информации, которая происходит путем опознания, оценки и сопоставления поступающей информации, что позволяет составить целостное представление о состоянии объекта управления (автомобиля), его положении по отношению к другим участникам дорожного движения.

– Третий этап – принятие решений. Если из оценки ситуации следует, что решение однозначно, то выбора решения не происходит. При наличии нескольких способов возможных решений водитель выбирает оптимальный вариант. Однако при этом увеличивается время принятия решений.

– Четвертый этап – выполнение решений, т.е. действия органами управления в соответствии с принятыми решениями. Рабочие движения состоят из двух основных фаз: поисковой (устремление руки или ноги из рабочего положения к определенному рычагу или педали управления) и исполнительной (собственного действия).

– Пятый этап – контроль выполнения действий, который осуществляется с помощью обратной связи, представляющей собой осведомительную информацию о результатах управляющих воздействий водителя.

Рассматривая процесс управления транспортным средством как последовательное прохождение каждого этапа для дорожной ситуации в определенный момент времени, можно заключить эти этапы в цикл или петлю управления.

Процесс передачи управления от водителя к автоматизированной системе

Функция автоматизации управления рассматривается как дополнительная, которая активируется только по запросу водителя.

Системы помощи водителю проектируются таким образом, что подсистемы сбора информации работают с момента запуска, соответственно функции автоматизации доступны сразу и активируются они в ходе движения подачей сигнала от водителя (нажатие кнопки активации).

Готовность к работе определяется исходя из полноты данных получаемых в ходе сбора информации. Если данных достаточно, то средствами интерфейса водителю передается информация о возможности активации системы, в противном случае отказ. Передача управления завершается после выведения индикатора активности функции.

Процесс автоматизированного передвижения

Согласно алгоритму управления, без вмешательства в управление

Процесс передачи управления от автоматизированной системы человеку

Передача управления от автоматизированной системы к человеку содержит много факторов и допущений из-за того, что человек может находиться в абсолютно любом состоянии. Состояние человека – не что иное, как уровень или глубина погружения в процессе управления. Глубина погружения – величина, которая может быть выражена в виде отношения числа каналов, от которых поступает информационный сигнал к числу действий обратной связи. Под уровнем погружения понимается, насколько внимательно человек следит за происходящим вокруг и внутри салона. Считывает ли он информацию с индикаторов, оценивает ли положение автомобиля на дороге и прочее.

Когда за процесс передвижения отвечает автоматизированная система, пользователь прибывает в разных состояниях:

Первое – транспортным средством управляет человек. На Рисунок 1 последовательно обозначены этапы по большому радиусу.

Второе – транспортным средством управляет автоматизированная система, но водитель остается в состоянии полного погружения, за исключением этапа, где приходится совершать действия на основе полученной информации. Другими словами, человек наблюдает и полностью контролирует работу автоматизированной системы. На Рисунок 1 последовательно обозначены этапы по малому радиусу [6].

Третье – человек отвлечен от процесса вождения, и отсутствует связь с одним из каналов получения информации. Например, во время прочтения сообщений на персональном устройстве теряется некоторая информация, получаемая зрительно, так как фокус внимания на персональном устройстве. К этому состоянию следует отнести критическое значение отвлечения – сон (центральная точка на Рисунок 1). Во время сна человек полностью абстрагирован от происходящих процессов.

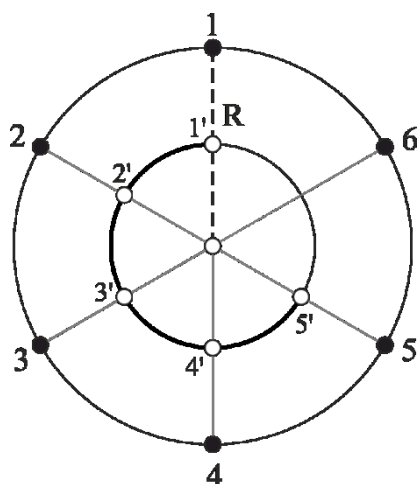


Рисунок 1 – Петля управления транспортным средством с высокой степенью автоматизации

Для каждого из состояний определяется своя глубина погружения. Глубину погружения (R) в процесс вождения иначе можно обозначить как значение уровня ситуационной осведомленности. Величина, которая может быть выражена в виде отношения числа каналов, от которых поступает информационный сигнал, к числу действий обратной связи. Таким образом, для каждого из 3 режимов (полное управление, контроль действий автоматизированной системы, состояние отвлечения) будет определяться своя глубина погружения. На Рисунок 2 показаны критические точки глубины погружения:

1 – полное погружение в процесс вождения говорит об управлении человеком;

1' - управление у роботизированного агента, а человек контролирует текущий процесс;

0 – управление у роботизированного агента, и человек полностью отвлечен от процесса.

Во время движения у человека не всегда заблокированы абсолютно все каналы получения информации (за исключением состояния сна), поэтому в большинстве случаев глубина погружения будет определяться точкой, расположенной между 0 и 1'.

Точки, расположенные по большому радиусу под номерами 1 – 6, соответствуют этапам управления автомобилем человеком. Иными словами, присутствие на любой точке внешнего радиуса определяется как прохождение

закономерного этапа ручного управления автомобилем, при этом дополнительная точка 6 подразумевает корректировку управляющих воздействий в случае пользования ADAS систем во время ручного управления.

Точки, расположенные по малому радиусу под номерами 1' – 5', соответствуют этапам первого режима, но так как управляющие воздействия исполняются роботизированным агентом, человек выполняет контролирующую функцию, давая оценку каждому действию:

1' - Получение информации.

2' - Обработка полученной информации.

3' - Оценка принятого управляющего воздействия.

4' - Оценка исполненного управляющего воздействия.

5' - Оценка эффективности исполненного управляющего воздействия.

Важнейшими этапами в цикле выступают первые три. Именно от них зависит качество выполненных решений. О качестве взаимодействия с информацией следует говорить в контексте ситуационной осведомленности.

Определение ситуационной осведомленности существует в нескольких видах, но общий смысл заключается в восприятии элементов окружающей среды в пространстве и времени, понимании их значения и прогнозировании их состояния в ближайшем будущем. Подход к обработке информации лучше всего представлен теоретической трехуровневой моделью ситуационной осведомленности Эндсли [5]. Первоначально модель Эндсли разрабатывалась для понимания авиационных задач, но также утверждалось, что ее можно было распространить и на другие области. Любая задача, требующая от людей отслеживания событий, выступает потенциальным кандидатом для исследования и применения ситуационной оценки. Модель разделена на три иерархических уровня ситуационной оценки, причем каждый этап является необходимой подосновой для следующего, более высокого. Модель выглядит в виде цепочки обработки информации, начиная с ее восприятия и заканчивая прогнозированием действий.

Уровень 1: Восприятие элементов окружающей среды. Является самым низким уровнем ситуационной осведомленности и связан с восприятием водителем

информации от бортовых устройств, поведением транспортного средства, других транспортных средств на дороге, других людей, находящихся в транспортном средстве. На этом этапе интерпретация данных не производится, все, что этот уровень должен представлять – это первоначальное получение информации в необработанном виде. Если на этом этапе получены данные, то водитель способен определить состояние определенной переменной (например, обороты двигателя, направление, скорость), но в дальнейшем интегрировать данные не будет.

Уровень 2: Понимание текущей ситуации. Понимание следует из качества восприятия элементов. Данные могут быть интегрированы и синтезированы для дальнейшего понимания актуальности задач водителя. Понимание текущей ситуации важно для понимания значения элементов с целью получения информации о том, что происходит (направление движения, оставшееся время и т.д.). Таким образом, водитель определяет суждения о том, могут ли его действия привести к ожидаемым результатам. Эндсли утверждает, что достигнутая степень понимания является признаком опыта водителя.

Уровень 3: Прогнозирование. Самый высокий уровень осведомленности связан со способностью прогнозировать будущее элементов окружающей среды. Точность прогноза зависит от точности уровней 1 и 2. Прогнозирование будущей ситуации дает водителю время для разрешения конфликтов и планирования действий. Во время выполнения других действий за ограниченный промежуток времени в значительной степени полагаются на прогнозные данные, чтобы предвидеть и своевременно устранить возможные проблемы.

Заключение

Со стороны разработчиков человеко-машинных интерфейсов делается большая работа в части качественной передачи необходимого и своевременного объема информации.

С другой же стороны пользователь, в качестве второго субъекта взаимосвязи должен понимать всю важность и ответственность в части правильного

взаимодействия с автоматизированной системой управления, а также процессы, в которых он непосредственно участвует.

В зависимости от производителя в транспортном средстве могут различаться принципы работы автоматизированной системы вместе со способами взаимодействия с пользователем. Несмотря на это для общего понимания и принятия новой технологии большим количеством людей необходимо иметь обобщенную модель работы всех процессов.

На Рисунок 2 Б показано последовательное прохождение этапов при передаче управления от автоматизированной системы к человеку. На нем видно, как начиная с критического состояния отвлечения – сна, пользователь постепенно получает информацию переходя в режим контроля за выполнением действий со стороны автоматизированной системы. Далее, пройдя этапы контроля происходит постепенный переход к ручному управлению.

На Рисунок 2 показано последовательное прохождение этапов при передаче управления от человека к автоматизированной системе [6]. На нем видно, как завершается последний цикл ручного управления и по прохождению этапа контроля за выполнением действий пользователь постепенно сокращает число получаемой информации переходя в режим контроля за работой автоматизированной системы, где становится наблюдателем, и в случае если такая работа его устраивает он переходит в состояние полного отвлечения.

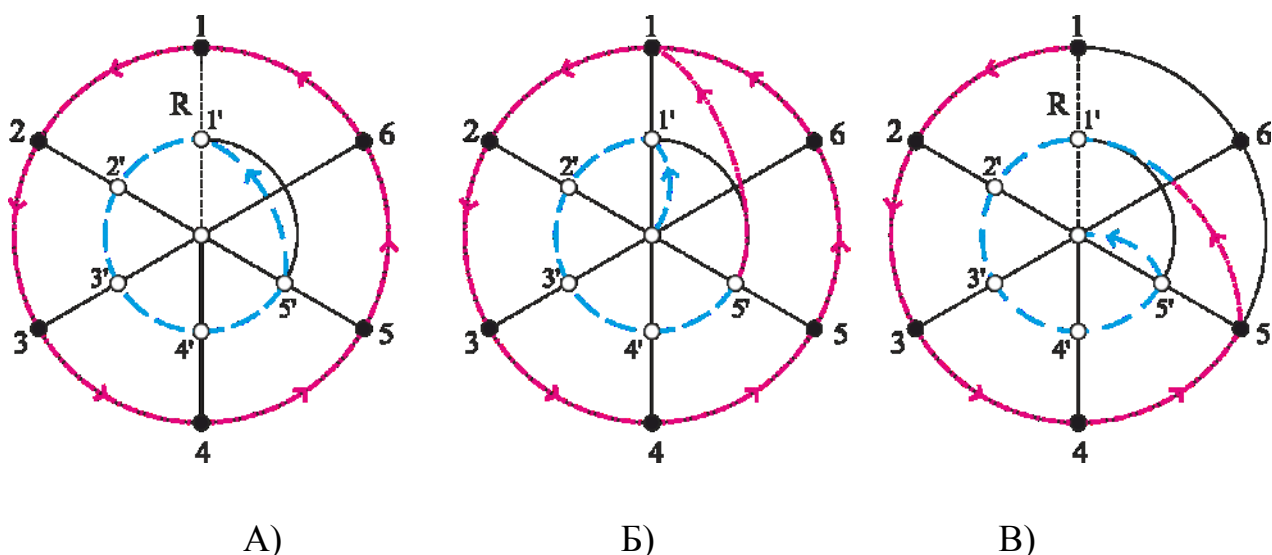


Рисунок 2 – Типы управления автоматизированным транспортным средством и формы передачи управления

Описанные процессы являются базовыми и необходимы для комплексного понимания промежуточных процессов приема и передачи управления.

Рассматривая особенности управления автоматизированным автомобилем порядок действий для двух режимов (ручное, автоматизированное управление) определен. Промежуточные (прием, передача управления) являются сложными и многосоставными и в отсутствие практического опыта сложно сформировать методики и рекомендации.

Список литературы

1. Щит Б.А. Динамика изменения состояний водителя в реальных дорожных условиях. / Б.А. Щит // В кн.: Вопросы безопасности движения. Тр./МАДИ. – 1979. – № 164. – С.16-26.
2. Мунипов В.М. Эргономика. / В. М. Мунипов, В. П. Зинченко – М.: Логос, 2001. – 356 с.
3. Клиновштейн, Г.И. Организация дорожного движения / Г.И. Клиновштейн, М. Б.. Афанасьев // 5-е изд. – Москва : Транспорт, 2001. – 247 с.
4. Лобанов А.Н. Транспортная психология / А.Н. Лобанов. – Москва : Транспорт, 1980. – 131 с.

5. Бабков В.Ф. Дорожные условия и безопасность движения: Учебник для вузов. / В.Ф. Бабков. – М.: Транспорт, 1993. 271 с.

6. Жанказиев С.В. Проектирование человеко-машинного интерфейса для беспилотного транспортного средства с учетом безопасного времени передачи управления / С.В. Жанказиев, А.И. Воробьев, А.Ю. Забудский // Вестник МАДИ. – 2019, – №1(56).

Статья 7: Интерфейс взаимодействия человека и автоматизированной системы вождения. Пример реализации на современных автомобилях.

Авторы: кандидат технических наук, доцент Воробьев А.И., Забудский А.Ю.

Ключевые слова: человеко-машинный интерфейс, передача управления в автоматизированном транспортном средстве.

Важнейшим связующим звеном между человеком и системой, выполняющей функции автоматизации выступает человеко-машинный интерфейс. Благодаря автоматизированным функциям, автомобиль и человека можно рассматривать как объединенную когнитивную систему, в которой необходимы оба элемента для совместной безопасной и комфортной работы.

В основе разработки человеко-машинного интерфейса должны применяться принципы экологического проектирования, которые позволят снизить когнитивную нагрузку на оператора. Цель состоит в том, чтобы предотвратить, насколько это возможно, эскалацию до более высоких уровней когнитивного контроля, то есть сохранить работу человека на уровне навыков. Другими словами, рефлексy предпочтительнее рефлексии.

Для определения общих методов проектирования человеко-машинного интерфейса выделяются основные проблемы, возникающие при взаимодействии транспортного средства (далее – ТС) и человека при автоматизированном вождении и на их основании, выводятся принципы и цели проектирования:

- Обеспечение необходимого понимания возможностей и состояния автоматизированной системы.»

- Правильная калибровка уровня доверия.

- Стимулирование соответствующего уровня внимания пользователя.

- Обеспечение комфорта пользователя. Снижения уровня неопределенности и стресса.

Выставление требований к вышеописанным элементам позволит составить упрощенную модель их взаимодействия и разработать основные принципы проектирования человеко-машинного интерфейса.

Фундаментальным элементом является обеспечение необходимого понимания возможностей и состояния автоматизированной системы. В случае если возможности систему будут переоценены, риск совершения неверных действий резко возрастает. При работе с автоматизированными системами оператор должен понимать, какие функции представлены и что ожидает сам пользователь с точки зрения наблюдения за работой, ее состоянием и своей готовности возобновить контроль. Если ТС работает в автоматическом режиме без водителя, не требуя внимания и вмешательства, то у пользователя есть возможность полностью оторваться от процесса, то есть стать простым пассажиром. При правильном проектировании пассажиру будет требоваться только стратегическая информация, вместе с информацией о расходах, распределении поездок или чрезвычайных ситуациях.

С другой стороны, когда может потребоваться условная смена (для уровня 3 – условной автоматизации и уровня 4 – высокой) или контроль (для уровня 2 – частичная автоматизация), у пользователя появляется набор потребностей, который должен обеспечиваться визуальными и акустическими устройствами. Пользователь также будет ощущать поведение транспортного средства, где потенциально будет предупрежден об изменениях условий движения, ощущая замедление и ускорение ТС. На более низких уровнях автоматизации (до 3) водитель является основным резервом. Номинальная разница между 2 и 3 уровнями

SAE заключается в том, что в первом случае человек отвечает за мониторинг окружающей среды.

Различие является высокотехнологичным и крайне незначительным. Это говорит о том, что для вождения 3 уровня непрерывное отражение того, как автоматизация взаимодействует с внешней средой не требуется, что в случае безошибочной работы приводит к почти полному отключению человека от процесса вождения¹.

Отсюда возникает ряд вопросов:

- Может ли человек понять различия между уровнями 2 и 3?

- Как пользователь должен узнать, какие действия могут потребоваться если он не следит за окружающей средой и, следовательно, абстрагирован мысленно и физически?

- Для представления информации о текущем состоянии автоматизации и предварительного просмотра действий автоматизации, как пользователь должен понимать взаимодействие между «средой управления» и автоматизацией?

- Как пользователь должен понимать текущие возможности автоматизированных систем – какие функции включены, а какие нет?

Нельзя ожидать, что человек поймет влияние уровней автоматизации на каждодневные ситуации, а также на то, что объявление человеку, какой точный уровень автоматизации активен в настоящее время и доступен для выбора, будет полезен. Разделение уровней слишком грубое, для того чтобы быть полезным и нет точных обозначений того, какие функции работают.

Вероятно, пользователь захочет узнать – выполняется ли продольный контроль (функции ACC и Stop and Go), контролирует ли он движение по полосе, имеет ли он способность и полномочия менять полосу движения, может ли обогнать ведущее транспортное средство либо совершить другие маневры, которые может выполнять (объезд перекрестка и кольцевых развязок).

Следующая проблема заключается в том, что транспортное средство может

¹ A. Bourrelly, C Jacobé de Naurois, A Zran, F Rampillon, J Vercher, et al.. Long automated driving phase affects take-over performance.// Intelligent Transport Systems, IET, 2019.

справиться с одной ситуацией, но не справиться с другой аналогичной или даже идентичной. Как минимум необходимо обозначать, способна ли автоматизированная система обрабатывать выполнять продольное и боковое управление в текущих условиях, способно ли маневрировать в текущей обстановке и ситуации и способно ли выполнять стратегические аспекты вождения (переключение с одного маршрута на другой и т.д.).

Без указания и последующего понимания существует вероятность замешательства в режимах, а в случае возникновения ошибок — это может просто раздражать, что так же является опасным при условии, что система ожидает действия, которые не может выполнить человек из-за того, что оценивает большие возможности системы, в отличие от реальных.

Причиной путаницы способствуют маркетинговые программы автопроизводителей. Обозначение Теслой поддержки функции автоматизации 2 уровня «Автопилот», возможно выступало в качестве обстоятельств гибели водителя во Флориде в мае 2017 года.

Помимо этого, отрицательный эффект несет распространение имен и товарных знаков для аналогичных функций:

- «BMW» продвигает свои функции как частично, так и полностью автоматические;
- «Volvo» маркирован как полуавтономный;
- Многие СМИ и блоги ссылаются на автомобили с автоматизированным управлением, когда на самом деле речь идет о частичной автоматизации.

Для предоставления пользователю обратной связи о функциональности 2 уровня и о том, что должен делать человек в современных коммерческих версиях представлен визуальный интерфейс. Базовая обратная связь, которую может представить система показывает активность той или иной функции.

Другая деталь заключается в том, может ли система обнаружить требуемые данные для выполнения запрошенной задачи (качество работы при включении). Большинство участников дорожного движения не будут искать эту информацию, так как они предполагают, что система будет хорошо функционировать после

включения. Хотя большинство систем 2 уровня SAE (центрирование полосы и ACC) спроектированы таким образом, что работа системы предотвращается, когда дорожная разметка или края полос не обнаруживаются, а обнаруженная информация не предоставляется. Эта концепция сложна для понимания и оставляет достаточно места для серьезных улучшений.

Крупнейшие компании, такие как «Tesla», «BMW», «Volvo» и «Mercedes-Benz» в своих коммерческих моделях уже используют интерфейс взаимодействия человека и системы для 2 уровня автоматизации.

Системы удержания полосы и адаптивного круиз-контроля рассматриваются в совокупности.

Информационные дисплеи транспортных средств отображают зеленый/желтый/синий руль при включенной системе и обнаружении дорожной разметки или краев полосы движения.

На приборной панели автомобилей «Tesla» и «BMW» дорожная разметка или краевые линии отображаются зеленым цветом при полном обнаружении и нейтральным (серый, белый) при недостаточном. Следует отметить, что все обозначения, отображаются в обычной области панели приборов, и иногда дублируются на дополнительном экране.

В моделях «Volvo S90» и «Mercedes E» обнаружение дорожной разметки или краевых линий не отображается. В обоих автомобилях на приборной панели при условии, когда система активирована, но не работает должным образом рулевое колесо отображается серым цветом. Изменение цвета рулевого колеса с зеленого на серый слабо заметно, особенно если не выдается никаких звуковых предупреждений. В случае, если система выходит из строя без какого-либо звукового сопровождения, водителю становится сложно заметить отключение во время движения. Когда водитель следит за дорогой, изменение цвета символа вовсе может быть не замечено, кроме случаев постоянного мониторинга или случайного перемещения взгляда.

«Tesla» оборудована дисплеем с более расширенным функционалом на котором выводится дополнительная информация, для понимания того,

что «видит» автомобиль.

Это означает, что он фактически предоставляет подробную информацию о положении автомобиля на полосе, типе дорожной разметки, положении автомобиля относительно других транспортных средств на других полосах движения, а также о впередиидущем транспортном средстве.

Подробный отчет привлекает внимание водителя, и это повышает уровень доверия к системе автоматизации.

Для системы 2 уровня такая детализация не совсем приемлема. Поскольку на этом уровне водитель должен быть готов ко вмешательству в любой момент, ему становится трудно понять, какие объекты система не обнаруживает в данный момент. С точки зрения безопасности движения водитель сможет оценить ситуацию, только основываясь на том, чего система не смогла распознать и выполнить необходимые действия. Дополнительным недостатком выступает то, что водитель отвлекается визуально и когнитивно в течение длительного времени, в то время как на уровне 2 он должен непрерывно следить за дорожной обстановкой.

Отсюда следует вывод, что для повышения уровня доверия расширенный визуальный дисплей важнее, чем обеспечение готовности водителей вмешиваться в управление в нужный момент.

Список литературы

1. Control Task Substitution in Semiautomated Driving: Does It Matter What Aspects Are Automated? Carsten, Oliver, Lai, Frank C.H. и Bernard, Yvonne. 2012.
2. An Analysis of Driver Inattention Using a Case-Crossover Approach On 100-Car Data: Final Report. Klauer, Sheila G, Feng, Guo и Sudweeks, Jeremy. 2010.
3. Indian and American consumer perceptions of cockpit configuration policy/S.R. Winter, S. Rice, R. Mehta, I. Cremer, K.M. Reid, T.G. Rosser, J.C. Moore//Journal of air transport management. -2015. -Vol. 42. -P. 226-231.
4. Bainbridge L (1983) Ironies of automation. Automatica 19(6):775–779.

5. A. Bourrelly, C Jacobé de Naurois, A Zran, F Rampillon, J Vercher, et al.. Long automated driving phase affects take-over performance. Intelligent Transport Systems, IET, 2019.

6. Жанказиев С.В. Проектирование человеко-машинного интерфейса для беспилотного транспортного средства с учетом безопасного времени передачи управления / С.В. Жанказиев, А.И. Воробьев, А.Ю. Забудский // Вестник МАДИ. – 2019, – №1(56).

Статья 8: Особенности разработки человеко-машинного интерфейса.

Авторы: кандидат технических наук, доцент Воробьев А.И., Забудский А.Ю.

Ключевые слова: человеко-машинный интерфейс, передача управления в автоматизированном транспортном средстве.

По состоянию на конец 2019 года в современных автомобилях, эксплуатируемых на дорогах общего пользования, уже существуют решения частичной автоматизации процесса управления. Согласно критериям SAE, такие системы подходят под 2 уровень автоматизации, где водитель при активированной системе обязан следить за окружающей обстановкой, не отпуская органы управления автомобилем.

Современные решения автоматизации управления присутствуют на моделях известных мировых брендов премиум-класса, например, «Mercedes-Benz», «BMW», «Volvo», «Tesla». Зачастую это системы удержания полосы движения и адаптивного круиз контроля.

Стоит отметить, что регулирование и стандартизация в вопросах построения интерфейсов ограничены документами, регулирующими расположение элементов управления. Отсутствие единого стандарта построения интерфейса ставит под угрозу безопасность пользования автоматизированными транспортными средствами по причине отсутствия у пользователей категорий, понятных на интуитивном уровне, которые позволят быстро адаптироваться к новому техническому устройству.

Существует большое количество подходов к проектированию человеко-машинного интерфейса и в каждом из них рассматриваются важные составляющие для нормального обмена данными между пользователем и системой.

Доверие к системе

Доверие к функциям автоматизации процессов является важным фактором для использования и принятия системы. Рассматривая уровень доверия как величину, при ее низком уровне не будет задействована полная функциональность, в то время как в других случаях это было бы необходимым. В конечном счете это негативно сказывается на приемлемости, комфорте и безопасности автоматизированных систем.

В США проводились исследования, которые показали, что во время движения с помощью автоматизированной системой пользователи (водители) были больше заняты второстепенными делами и мало времени уделяли дороге, даже если выводилось предупреждение о возможном отключении активных систем.

В сети достаточно большое количество видеороликов, где демонстрируется высокий уровень доверия во время активной автоматизированной системы управления. Вместе с этим происходит практически полное отвлечение внимания, а также игнорирование запросов, связанных со взаимодействием с управлением автомобилем.

Такие видеоролики формируют неверное представление о возможностях функций автоматизации и способствуют неправильному пониманию эксплуатации систем.

Доверие к автоматизации принимается как уверенность в том, что система будет действовать в соответствии с тем, что ожидает пользователь, включая дополнительные преимущества этой системы для водителя.

Таким образом, важнейшей задачей человеко-машинного интерфейса будет являться способность калибровки доверия для конкретного пользователя. Калибровка в данном контексте рассматривается как наличие точных знаний

о возможностях системы. Она необходима для понимания того, когда могут потребоваться какие-либо действия.

Доверие не является одномерным или бинарным определением, присутствующим или отсутствующим. Когда говорится о доверии к автоматизированным транспортным средствам, лучше всего это отражается в реальных ситуациях во время управления, поскольку уровень доверия к автоматизированному вождению будет связан с конкретными сценариями, настройками и характеристиками транспортного средства, наличием у водителя опыта работы с определенными функциями.

Стимулирование необходимого уровня внимания

Соответствующий уровень внимания напрямую связан с требуемым уровнем безопасности. Желаемый уровень безопасности функционирования автоматизированных систем заключается в том, что число аварий и конфликтов не должно увеличиваться по сравнению с вождением в ручном режиме.

Если надежность системы постоянна, то и уровень внимания, который может потребоваться в любой момент тоже известен. В системе, где присутствует человек, показатель надежности не может быть постоянной величиной, поскольку существует ряд внешних факторов, таких как погодные условия, другие участники дорожного движения и т.д.

Существует большая разница между взаимодействием пользователя с транспортным средством через активный контроль и простым наблюдением за его работой [8] (Рисунок 3).

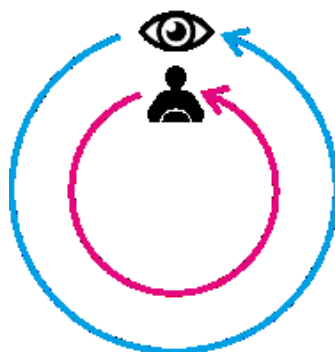


Рисунок 3 – Типы взаимодействия пользователя с ТС

При ручном управлении одновременно работают циклы управления и мониторинга, а при автоматизированном только мониторинг. Таким образом, существует 2 выхода из цикла:

- выход из цикла управления;
- выход из цикла управления и мониторинга.

В данном случае возникает вопрос: будет ли пользователь интерпретировать удаление из цикла управления, подразумевая и отсутствие необходимости мониторинга? Движение без контакта с органами управления автомобилем («вождение без рук»), будет приравниваться к тому, что необходимость постоянного мониторинга процесса исчезнет. Это было обнаружено в эксперименте, проводимом на симуляторе вождения, когда участникам было предложено заниматься своими делами, если они этого пожелают. Те участники, которые имели опыт использования систем адаптивного круиз-контроля совместно с системой удержания полосы, отвлекались на второстепенные дела на протяжении 43% времени передвижения при автоматизированном управлении.

С точки зрения пользователя совершенно логично, что система, которая берет на себя управление и удерживает транспортное средство на своей полосе движения, не нуждается в помощи со стороны водителя.

Поскольку современные автоматизированные системы 2 уровня еще подвержены ошибкам в нештатных ситуациях, точно определить время, когда необходима помощь со стороны пользователя невозможно. Таким образом,

разработка систем оповещения об экстренной передаче управления водителю не представляется возможной.

Требуемый уровень внимания должен поддерживаться на протяжении всей поездки, а не ситуативно. При проектировании систем основной стратегией должно быть противодействие последствиям выхода из цикла управления и мониторинга. Создание постоянного информационного потока о статусе системы позволит привлечь внимание пользователя и не допустить выхода из крайнего цикла мониторинга. Для систем 2 уровня автоматизации производители используют ряд индикаторов, например, рулевое колесо на панели приборов, имеющее разные цвета в зависимости от статуса.

Настоящие проекты систем требуют держать руки на руле, и в случае нарушения таких требований водитель будет об этом предупрежден. Интервал времени, после которого появляется предупреждение о снятии рук с рулевого колеса, различается в зависимости от производителя и варьируется от нескольких секунд до нескольких минут.

Обеспечение комфорта

Одним из важных аргументов в пользу использования автоматизированных функций на транспорте является обеспечение комфорта. Продвижение автоматизированных функций как систем обеспечения комфорта, а не систем безопасности, косвенно указывает на то, что водитель по-прежнему несет ответственность за безопасность во время передвижения.

С повышением уровня автоматизации предоставление комфорта может заключаться не только в системах помощи водителю. Появление дополнительного комфорта обуславливается предоставлением человеку свободного от вождения времени с целью его рационального использования. Свободное время дает человеку возможность отдохнуть от трудовой деятельности либо заняться личными делами. Как в первом, так и во втором случае занятие второстепенной от вождения деятельностью связано с отвлечением внимания от процесса движения.

Комфорт включает в себя не только физический, но и психологический

компонент. Комфорт определяется как субъективное чувство приятного вождения/езды на автомобиле в отсутствие как физиологического, так и психологического стресса.

Физический комфорт связан с такими элементами, как вибрация транспортного средства или сиденья, силы, действующие на тело (поперечное и продольное ускорение), конструкция кресла, положение сиденья.

Психологический комфорт относится к более субъективным ощущениям простоты или удобства. Стоит обратить внимание, что физический и психологический комфорт очень субъективны и зависят от конкретного человека. Большинство исследований, в которых упоминается комфорт вождения с помощью автоматизированных функций, не дают определения понятию комфорта.

Обеспечение физического комфорта

Касаемо ускорений/замедления, комфорт не обязательно зависит от силы вышеупомянутых параметров. Важным фактором является время. Слабый раздражитель не вызывает дискомфорт, когда он непродолжителен, а если он длится долго или возникает достаточно часто, то через некоторое время дискомфорт появляется.

Когда кто-то видит гладкую дорожную поверхность, он ожидает отсутствие вибраций, что в свою очередь делает сами вибрации еще более раздражительными в моменты проявления. С точки зрения автоматизированного вождения также будет присутствовать влияние ожиданий поведения транспортного средства на уровень комфорта. Если автоматизированный автомобиль ведет себя не так, как ожидают пользователи, это приводит к дискомфорту.

Одной из проблем, которая характерна для автоматизированных транспортных средств, выступает потенциальное проявление морской болезни. В случае, если человек не занимается управляющей деятельностью или сидит спиной к движению в автоматизированных транспортных средствах, присутствует риск укачивания. По результатам эксперимента, после 15 минут направленного взгляда с опущенной головой 25% участников испытывали некоторый дискомфорт

из-за укачивания. Через 35 минут это значение увеличилось до 50%. Для дисплеев, расположенных на уровне головы, число раздраженных составило почти вдвое меньше: 13% через 15 минут и 27% через 35 минут. Таким образом некоторые решения, направленные на повышение комфорта, могут быть найдены с помощью правильного расположения планшетов и экранов².

Важно понимать, что помимо дискомфорта укачивание может также представлять серьезную угрозу для работы в случае запроса на передачу управления.

Обеспечение психологического комфорта

Вне контекста вождения пребывание в зоне комфорта описывается как поведенческое состояние, в котором человек действует в нейтральном по отношению к тревоге состоянии с использованием ограниченного набора моделей поведения для обеспечения устойчивого уровня производительности, обычно без чувства риска.

Касательно автоматизированных функций типичная мера психологического комфорта – это субъективный признак простоты или удобства использования, связанный с тем, работает ли транспортное средство в соответствии с пожеланиями пользователя. Психологический комфорт ощущается, когда водители чувствуют себя непринужденно и уверены в том, что транспортное средство будет демонстрировать ожидаемое поведение и передвигаться в заданном направлении без потери контроля.

Поскольку автоматизированное вождение является относительно новым, число людей, задействованных в испытаниях было слишком незначительным. И поскольку автоматизированная система классифицируется по нескольким уровням, люди могут чувствовать себя некомфортно из-за неуверенности в предоставляемых возможностях.

² Oliver Carsten, Marieke H. Martens. How can humans understand their automated cars? HMI principles, problems and solutions// Cognition, Technology & Work (2019) 21:3–20;

Ожидания комфортного движения основываются на опыте ручного управления, а стили вождения варьируются от водителя к водителю. Можно поставить следующий вопрос: должно ли транспортное средство под управлением автоматизированной системы вести себя так же, как под управлением водителя?

Ранние исследования показали, что водители не хотят, чтобы автоматизированная система копировала их точное вождение. В исследованиях Де Гелдера показано явное разнообразие предпочтений между водителями в реальных ситуациях во время работы автоматизированной системы управления. Комфорт водителя находится не на самом высоком уровне в случае, когда система копирует стиль вождения.

При наступлении какой-либо ситуации во время ручного управления водитель знает, что он будет делать. В случае автоматизированного транспортного средства водитель понимает, что будет делать система только после того, как она начнет реагировать с соответствующей обратной связью. И для осуществления смены полосы движения в автоматизированном режиме, водителю необходимо обнаружить всю необходимую информацию о маневре и только в этом случае процесс смены полосы движения будет происходить в безопасном режиме.

В общих чертах для снижения уровня неопределенности, стресса и психологического дискомфорта достаточно того, что автоматизированный автомобиль будет вести себя в соответствии с общими правилами дорожного движения.

Список литературы

1. Trust in automation: designing for appropriate reliance. Lee, J. и See, KA. Iowa: Hum Factors, 2004 г.
2. Behavioral Measurement of Trust in Automation: The Trust Fall. Miller, David, и др. 2016 г.
3. Bengler K, Zimmerman M, Bortot D, Kienle M, Damböck D (2012) Interaction principles for cooperative human-machine systems. Inf Technol 54(4):157–164.

4. De Winter J, Happee R, Martens MH, Stanton NA (2014) Effects of adaptive cruise control and highly automated driving on workload and situation awareness: a review of the empirical evidence. *Transp Res Part F Traffic Psychol Behav* 27(B):196–217.
5. Dekker S (2009) Report of the flight crew human factors investigation conducted for the Dutch safety board into the accident of TK1951, Boeing 737–800 near Amsterdam Schiphol Airport, February 25, 2009. Lund University, Sweden.
6. Desmond PA, Matthews G (2009) Individual differences in stress and fatigue in two field studies of driving. *Transp Res Part F Traffic Psychol Behav* 12:265–276.
7. Oliver Carsten, Marieke H. Martens. How can humans understand their automated cars? HMI principles, problems and solutions// *Cognition, Technology & Work* (2019) 21:3–20.
8. Сергеев С.Ф. Инженерная психология и эргономика / С.Ф. Сергеев. – М.: НИИ школьных технологий, 2008. – 176 с.
9. Жанказиев С.В. Проектирование человеко-машинного интерфейса для беспилотного транспортного средства с учетом безопасного времени передачи управления / С.В. Жанказиев, А.И. Воробьев, А.Ю. Забудский // *Вестник МАДИ*. – 2019, – №1(56).

Статья 9: Перечень компетенций водителя транспортного средства с высокой степенью автоматизации управления.

Авторы: Дронсейко В.В., Шалагина Е.А.

Ключевые слова: компетенции водителя для управления автоматизированным транспортным средством.

Основной функцией водителя при управлении транспортным средством с высокой степенью автоматизации является функция по резервированию автоматики. В ходе анализа поступающей информации о состоянии системы (автомобиль-дорога-среда) и прогнозировании ее развития, водитель должен быть готов к принятию сложных, ответственных решений.

Осуществление водителем функции по резервированию транспортного

средства с высокой степенью автоматизации управления затрудняется тем, что в автоматических режимах он исключается из непосредственного управления. Это приводит к снижению его активности, что является предпосылкой ошибочных действий при переходе к ручному режиму.

В процессе движения транспортного средства с высокой степенью автоматизации должны быть обеспечены быстрые переходы от одного режима к другому, что особенно важно при выполнении опасных маневров (выезд на нерегулируемое пересечение, проезд ж/д переездов, осуществление обгонов и др.). С точки зрения безопасности дорожного движения необходимо, чтобы осуществление опасных маневров не происходило неожиданно для водителя. Двигаясь по дороге, водитель выполняет функцию слежение-регулирование.

Управление транспортного средства с высокой степенью автоматизации является частным случаем биомеханической недетерминированной системы: водитель (оператор) – транспортное средство, в которой управляющей частью является водитель-оператор. Недетерминированные системы характеризуются наличием в процессе управления непредвиденных ситуаций, при решении которых жесткая программа не способна удовлетворить потребности системы. В данных ситуациях, для того чтобы задача могла быть выполнена, необходимо вмешательство человека-оператора, принимающего то или иное решение. Решение, принятое водителем в процессе управления транспортным средством, должно удовлетворять условиям обеспечения безопасности дорожного движения. С точки зрения водителя-оператора транспортного средства с высокой степенью автоматизации надежность системы ВАДС напрямую зависит не только от безошибочности его действий, но и от безотказной работы всех систем данного транспортного средства. Но есть ряд условий, предписывающих экстренный переход от автоматического режима к ручному управлению. Самое очевидное условие – это техническая неисправность какого-либо из элементов беспилотного ТС (лидары, камеры слежения) или непосредственно автомобиля. На данный момент у лидара отсутствует техническая возможность обеспечить 100% надежность в сложных дорожных условиях (туман, снегопад и т.п.). К сбою

может привести поведение других участников дорожного движения, допускающих нарушения ПДД (превышение скоростного режима, обгон в неположенном месте и т.п.).

На данный момент необходимо пересмотреть задачи водителя в классическом их понимании, исходя из изменения условий действия водителя-оператора. На 3 уровне автоматизации водитель «выключается» из процесса активного управления автомобилем, но при этом водитель активирует функции оператора, контролируя процесс движения автомобиля. Повышение степени автоматизации управления транспортным средством требует от водителя-оператора высокой готовности к экстренным действиям. На данном этапе невозможно полностью исключить водителя из процесса управления транспортным средством, таким образом, мы рассматриваем существующие проблемы в рамках системы водитель-автомобиль-дорога-среда (ВАДС).

При неожиданно возникающей технической неисправности возникает вопрос возможности водителя (оператора) перейти на ручное управление. Осуществляя только слежение, водитель-оператор может быть не готов с точки зрения психофизиологии принять управление транспортным средством на себя.

Таким образом, водитель-оператор выполняет некоторые функции несвойственные водителю, управляющему транспортным средством с нулевым или первым уровнем автоматизации.

Необходимо так же подчеркнуть, что надежность системы «водитель-автомобиль-дорога-среда» с высокой степенью автоматизации подсистемы «водитель-автомобиль» напрямую зависит от знаний и умений водителя, представленных в виде требований к результатам освоения Примерной программы профессиональной подготовки водителей транспортных средств. В приложении № 2 Примерной программы профессиональной подготовки водителей транспортных средств, соответствующих категории и подкатегорий³ в разделе «Планируемые результаты освоения примерной программы» приведен список знаний и умений

³ Приказ Министерства образования и науки Российской Федерации от 26 декабря 2013 г. № 1408 «Об утверждении примерных программ профессионального обучения водителей транспортных средств соответствующих категорий и подкатегорий»

кандидата в водители, закончившего обучение по программе профессиональной подготовки. Данный перечень является базовым и обязательным для освоения водителями транспортных средств, вне зависимости от уровня автоматизации.

Например, водители высокоавтоматизированных транспортных средств категории «В» обязаны знать:

- Правила дорожного движения, основы законодательства в сфере дорожного движения;
- правила обязательного страхования гражданской ответственности владельцев транспортных средств;
- основы безопасного управления транспортными средствами;
- цели и задачи управления системами «водитель - автомобиль – дорога» и «водитель – автомобиль»;
- особенности наблюдения за дорожной обстановкой;
- способы контроля безопасной дистанции и бокового интервала;
- порядок вызова аварийных и спасательных служб;
- основы обеспечения безопасности наиболее уязвимых участников дорожного движения: пешеходов, велосипедистов;
- основы обеспечения детской пассажирской безопасности;
- проблемы, связанные с нарушением правил дорожного движения водителями транспортных средств и их последствиями;
- правовые аспекты (права, обязанности и ответственность) оказания первой помощи; современные рекомендации по оказанию первой помощи;
- методики и последовательность действий по оказанию первой помощи;
- состав аптечки первой помощи (автомобильной) и правила использования ее компонентов.

К обязательным навыкам водителя высокоавтоматизированного транспортного средства категории «В» относятся следующие умения:

- безопасно и эффективно управлять транспортным средством (составом транспортных средств) в различных условиях движения;

- соблюдать Правила дорожного движения при управлении транспортным средством (составом транспортных средств);
- управлять своим эмоциональным состоянием;
- конструктивно решать противоречия и конфликты, возникающие в дорожном движении; выполнять ежедневное техническое обслуживание транспортного средства (состава транспортных средств);
- устранять мелкие неисправности в процессе эксплуатации транспортного средства (состава транспортных средств);
- обеспечивать безопасную посадку и высадку пассажиров, их перевозку, либо прием, размещение и перевозку грузов;
- выбирать безопасные скорость, дистанцию и интервал в различных условиях движения;
- информировать других участников движения о намерении изменить скорость и траекторию движения транспортного средства, подавать предупредительные сигналы рукой;
- использовать зеркала заднего вида при маневрировании;
- прогнозировать и предотвращать возникновение опасных дорожно-транспортных ситуаций в процессе управления транспортным средством (составом транспортных средств);
- своевременно принимать правильные решения и уверенно действовать в сложных и опасных дорожных ситуациях;
- выполнять мероприятия по оказанию первой помощи пострадавшим в дорожно-транспортном происшествии;
- совершенствовать свои навыки управления транспортным средством (составом транспортных средств).

Все перечисленные навыки и умения соотносятся с основной задачей водителя - безопасное управление транспортным средством. Кроме этого, водитель обязан не только знать правила дорожного движения, но и обязан неукоснительно следовать им. Также предъявляются требования к способности контролировать эмоциональные всплески, учитывая высокую конфликтность среды. Все

составляющие процесса обеспечения безопасности дорожного движения, относящиеся к водителю, остаются неизменны для водителей транспортных средств соответствующих категорий и подкатегорий различных уровней автоматизации.

Следовательно, в результате освоения основных программ профессионального обучения водителей транспортных средств у выпускника должны быть сформированы общие и профессиональные компетенции.

Общие компетенции (далее - ОК):

- способность обеспечить безопасное и эффективное управление транспортным средством (ОК - 1);
- способность сохранять заданный уровень внимания, для обеспечения безопасного перехода в режим ручного управления (ОК - 2);
- готовность принять управления на себя в любой момент времени (ОК - 3);
- способность к прогнозированию возникновения опасных дорожно-транспортных ситуаций в процессе управления транспортным средством (ОК - 4);
- готовность к предотвращению нештатных дорожно-транспортных ситуаций в процессе управлению транспортным средством (ОК - 5);
- готовность оказать первую медицинскую помощь пострадавшим в дорожно-транспортном происшествии (ОК - 6);
- способность устранить мелкие неисправности в процессе эксплуатации транспортного средства (ОК - 7);
- способность конструктивно решать противоречия и конфликты, возникающие в дорожном движении (ОК - 8);
- способность управлять своим эмоциональным состоянием (ОК - 9).

Профессиональные компетенции, формируемые при освоении основных программ профессионального обучения водителей высокоавтоматизированных транспортных средств, должны соотноситься с конкретной категорией (подкатегорией) транспортного средства, по которой ведется обучение, что связано со спецификой реализации процесса управления ВАТС.

Список литературы

1. О правилах дорожного движения: [Постановление Совета Министров – Правительства Российской Федерации от 23 октября 1993 г.: по состоянию на 17 мая 2018 г.]. - М.: Собрание актов Президента и Правительства Российской Федерации, 1993. - № 47. – ст. 4531.
2. О безопасности дорожного движения: [федеральный закон: принят Государственной Думой 15 ноября 1995 г. : по состоянию на 29 декабря 2017 г.]. – М.: Собрание законодательства Российской Федерации, 1995. - № 50. – ст. 4873.
3. О перечнях медицинских противопоказаний, медицинских показаний и медицинских ограничений к управлению транспортным средством: [Постановление Правительства Российской Федерации от 29 декабря 2014 г. : по состоянию на 4 января 2015 г.]. – М.: Официальный интернет-портал правовой информации, 2015. – № 2 ст. 506.

Статья 10: Характеристика лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов различных нозологических групп в целях определения возможности управления указанными лицами транспортным средством с различной степенью автоматизации

Авторы: кандидат технических наук, доцент Дронсейко В.В., Шалагина Е.А.

Ключевые слова: перечень лиц с ограниченными возможностями здоровья, управление автоматизированными транспортными средствами.

В зависимости от степени вовлеченности водителя в процесс управления транспортным средством выделяют 6 уровней автоматизации, включая нулевой уровень. Последний, пятый уровень автономности, представляет собой беспилотное транспортное средство с отсутствующими элементами управления. Данный вид транспортного средства не должен иметь ограничений в использовании, влияющих на безопасность дорожного движения. В данном случае мы рассматриваем лицо, совершающее поездку, в качестве пассажира. Ограничения на перевозку пассажиров из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья устанавливаются категорией транспортного средства, его техническим состоянием и степенью его адаптации под различные виды нозологий. Отсутствие ограничений на использование беспилотных транспортных средств различных категорий обосновывается отсутствием необходимости участия человека в качестве водителя или оператора в процессе управления. Единственным условием для использования транспортного средства в автономном режиме является обеспечение беспрепятственного доступа к автомобилю лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидами различных нозологических групп. Беспилотное транспортное средство должно быть оборудовано с учетом требований в рамках медицинских показаний для конкретного лица, использующего транспортное средство. На сегодняшний день нет ни одного полностью автономного транспортного средства, использующегося на дорогах общего пользования.

Транспортные средства четвертого и третьего уровня автоматизации относятся к высокоавтоматизированным транспортным средствам с разной степенью контроля процесса управления со стороны водителя-оператора. На данный

момент автомобили с высокой степенью автоматизации управления эксплуатируются на дорогах общего пользования в рамках проведения эксперимента. Нормативное регулирование высокоавтоматизированных транспортных средств осуществляется в рамках действия Постановления Правительства Российской Федерации от 26 ноября 2018 г. № 1415 «О проведении эксперимента по опытной эксплуатации на автомобильных дорогах общего пользования высокоавтоматизированных транспортных средств». Согласно данному положению, водителем высокоавтоматизированного транспортного средства считается «...физическое лицо, находящееся во время проведения эксперимента на месте водителя высокоавтоматизированного транспортного средства, активирующее автоматизированную систему вождения высокоавтоматизированного транспортного средства и контролирующее движение этого транспортного средства в автоматизированном режиме управления, а также осуществляющее управление высокоавтоматизированным транспортным средством в режиме ручного управления». Водитель высокоавтоматизированного транспортного средства является водителем в соответствии с положениями Правил дорожного движения Российской Федерации, утвержденных постановлением Правительства Российской Федерации от 23 октября 1993 г. № 1090 «О Правилах дорожного движения».

Исходя из положения о проведении эксперимента по опытной эксплуатации на автомобильных дорогах общего пользования высокоавтоматизированных транспортных средств, к эксплуатации данных автомобилей могут быть допущены лица с ограниченными возможностями здоровья и инвалиды различных нозологических групп согласно Федеральному закону №196-ФЗ «О безопасности дорожного движения». Постановлением Правительства Российской Федерации утвержден список медицинских противопоказаний, медицинских показаний и медицинских ограничений к управлению транспортным средством.

Характеристика медицинских показаний к управлению транспортным средством соотнесена с отдельными категориями и подкатегориями транспортных средств, в зависимости от особенностей реализации процесса управления (автоматическая/механическая трансмиссия, наличие акустической парковочной

системой и тому подобное). Список медицинских показаний варьируется в зависимости от вида нозологии, использования вспомогательных медицинских изделий, оборудования транспортного средства и категории транспортного средства. Перечень медицинских показаний к управлению транспортным средством остается актуальным для допуска водителей к управлению высокоавтоматизированных транспортных средств, за исключением позиций, приведенных в пункте 1 Постановления Правительства Российской Федерации от 29 декабря 2014 г. № 1604 «О перечнях медицинских противопоказаний, медицинских показаний и медицинских ограничений к управлению транспортным средством». Данный пункт описывать показания для транспортных средств с механической трансмиссией, что является неактуальным для высокоавтоматизированных транспортных средств.

Характеристика медицинских ограничений к управлению транспортным средством главным образом зависит от категории транспортного средства. В ней переведены заболевания или состояния, наличие которых препятствует возможности безопасного управления транспортным средством определенной категории. Данный список не может быть скорректирован относительно уровня автоматизации транспортного средства, так как, не смотря на уменьшения степени вовлеченности водителя, процесс управления транспортным средством принципиально не меняется.

Медицинскими противопоказаниями к управлению транспортным средством являются заболевания или состояния, наличие которых препятствует возможности управления транспортным средством.

В соответствии с действующими нормативными актами, человек, привлечённый к проведению эксперимента в качестве водителя высокоавтоматизированного транспортного средства, должен соответствовать требованиям, предъявляемых к водителям автомобилей более низкого уровня автоматизации. Это касается возраста водителя, наличия водительского удостоверения, требования к состоянию здоровья, в том числе к отсутствию противопоказания или ограничений к управлению транспортным средством.

определенной категории.

Таким образом, медицинскими противопоказаниями к управлению транспортными средствами четвертого и третьего уровней автоматизации являются:

- органические, включая симптоматические, психические расстройства;
- шизофрения, шизотипические и бредовые расстройства;
- расстройства настроения (аффективные расстройства);
- невротические, связанные со стрессом и соматоформные расстройства;
- расстройства личности и поведения в зрелом возрасте;
- умственная отсталость;
- психические расстройства и расстройства поведения, связанные с употреблением психоактивных веществ;
- психические расстройства и расстройства поведения, связанные с употреблением психоактивных веществ;
- эпилепсия;
- ахроматопсия;
- слепота обоих глаз.

Не смотря на повышения уровня автоматизации процесса вождения, и перспектив, открывающихся в будущем, ограничения по состоянию здоровья и противопоказания к управлению сохраняются в существующем виде для транспортных средств, в которых предполагается присутствие водителя-оператора. Данное утверждение основано на функциях человека-оператора, выполняемых им при управлении транспортным средством с высоким уровнем автоматизации. Пока водитель выполняет функции слежения или резервирования автоматики, к нему предъявляются определенные требования по обеспечению безопасности дорожного движения. Любое решение, принятое водителем может повлечь за собой возникновение нештатной ситуации. Следовательно, с медицинской точки зрения, допуск водителя к управлению высокоавтоматизированным транспортными средствами должен осуществляться исходя из действующих ограничений.

Список литературы

1. О правилах дорожного движения: [Постановление Совета Министров - Правительства Российской Федерации от 23 октября 1993 г.: по состоянию на 17 мая 2018 г.]. - М.: Собрание актов Президента и Правительства Российской Федерации, 1993. - № 47. – ст. 4531.
2. О безопасности дорожного движения: [федеральный закон: принят Государственной Думой 15 ноября 1995 г.: по состоянию на 29 декабря 2017 г.]. - М.: Собрание законодательства Российской Федерации, 1995. - № 50. – ст. 4873.
3. О перечнях медицинских противопоказаний, медицинских показаний и медицинских ограничений к управлению транспортным средством: [Постановление Правительства Российской Федерации от 29 декабря 2014 г.: по состоянию на 4 января 2015.]. - М.: Официальный интернет-портал правовой информации, 2015. – № 2 ст. 506.