

**ТОРАЙҒЫРОВ УНИВЕРСИТЕТІНІҢ
ҒЫЛЫМИ ЖУРНАЛЫ**

**НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ
ТОРАЙҒЫРОВ УНИВЕРСИТЕТА**

**ҚАЗАҚСТАН ҒЫЛЫМЫ
МЕН ТЕХНИКАСЫ**

2001 ЖЫЛДАН БАСТАП ШЫҒАДЫ



**НАУКА И ТЕХНИКА
КАЗАХСТАНА**

ИЗДАЕТСЯ С 2001 ГОДА

ISSN 2788-8770

№ 2 (2022)

ПАВЛОДАР

**НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ
ТОРАЙГЫРОВ УНИВЕРСИТЕТ**
выходит 1 раз в квартал

СВИДЕТЕЛЬСТВО

о постановке на переучет периодического печатного издания,
информационного агентства и сетевого издания
№ KZ51VPY00036165

выдано

Министерством информации и общественного развития
Республики Казахстан

Тематическая направленность

Публикация научных исследований по широкому спектру проблем
в области металлургии, машиностроения, транспорта, строительства,
химической и нефтегазовой инженерии, производства продуктов питания

Подписной индекс – 76129

<https://doi.org/10.48081/UIQR5237>

Импакт-фактор РИНЦ – 0,342

Абишев Кайратолла Кайроллинович – к.т.н., профессор (главный редактор);
Касенов Асылбек Жумабекович – к.т.н., профессор (заместитель главного редактора);
Мусина Жанара Керейовна – к.т.н., профессор (ответственный секретарь);
Шокубаева Зауреш Жанатовна – технический редактор.

Члены редакционной коллегии:

Калиакпаров Алтай Гиндуллинович – д.т.н., профессор (Нур-Султан, Казахстан);
Клецель Марк Яковлевич – д.т.н., профессор (Павлодар, Казахстан);
Шеров Карибек Тагаевич – д.т.н., профессор (Караганда, Казахстан);
Богомолов Алексей Витальевич – к.т.н., ассоц. профессор (Павлодар, Казахстан);
Кажыбаева Галия Тулеуевна – к.т.н., профессор (Павлодар, Казахстан);

Зарубежные члены редакционной коллегии:

Waigang Sun – профессор (Пекин, Китай);
Gabriele Comodi – PhD, профессор (Анкона, Италия);
Jianhui Zhao – профессор (Харбин, Китай);
Khamid Mahkamov – д.т.н., профессор (Ньюкасл, Великобритания);
Magin Laruerta – д.т.н., профессор (СьюДад Реал, Испания);
Mareks Mezitis – д.т.н., профессор (Рига, Латвия);
Petr Bouchner – PhD, профессор (Прага, Чехия);
Ronny Berndtsson – профессор (Лунд, Швеция);
Барзов Александр Александрович – д.т.н., профессор (Москва, Россия);
Витвицкий Евгений Евгеньевич – д.т.н., профессор (Омск, Россия);
Иванчина Эмилия Дмитриевна – д.т.н., профессор (Томск, Россия);
Лазарев Владислав Евгеньевич – д.т.н., профессор (Челябинск, Россия);
Мягков, Леонид Львович – д.т.н., профессор (Москва, Россия);
Янюшкин Александр Сергеевич – д.т.н., профессор (Чебоксары, Россия);
Ребезов Максим Борисович – д.с/х.н., профессор (Москва, Россия).

За достоверность материалов и рекламы ответственность несут авторы и рекламодатели
Редакция оставляет за собой право на отклонение материалов
При использовании материалов журнала ссылка на журнал «Наука и техника Казахстана» обязательна

© Торайгыров университет

Д. Рождественский¹, *П. Бухнер²

^{1,2}Чешский технический университет в Праге,

Чешская Республика, г. Прага

ДИНАМИЧЕСКИЙ ЧЕЛОВЕКО-МАШИННЫЙ ИНТЕРФЕЙС ДЛЯ РУКОВОДСТВА ПО ПРОЕКТИРОВАНИЮ ЭЛЕКТРОМОБИЛЕЙ

В этой статье рассматривается человеко-машинный интерфейс электромобилей, начиная с истории ЧМИ по электромобилям, описываются используемые в настоящее время элементы системы и дается оценка их преимуществ и недостатков. Новая концепция динамического ЧМИ для электромобилей введена для повышения эффективности ЭМ с точки зрения энергопотребления и дальности действия и, следовательно, увеличения их популярности среди пользователей. Этот интерфейс способен приспосабливаться к потребностям пользователя или системы и динамически меняться в зависимости от состояния зарядки аккумулятора ЭМ или достижимости желаемого места назначения. Такая реализация ЧМИ устраняет одну из главных причин, почему пользователи все еще предпочитают обычные транспортные средства с двигателем внутреннего сгорания явлениям тревоги в диапазоне ЭМ.

Эта статья призвана стать руководством для разработки новой концепции ЧМИ для ЭМ, изучать требования пользователей и предлагать методологию разработки системы, включая определение концепции и методологию подтверждения приемлемости пользователя на симуляторе вождения транспортного средства.

Ключевые слова: ЧМИ, Электромобиль, Гибридный автомобиль, Расширенная навигация

Введение

Сегодня воздействие транспорта на окружающую среду является значительным, согласно данным Европейского транспортного агентства на долю транспортного сектора приходится 19,7 % ВПГ (выбросы парниковых газов) в Европе, а на легковые автомобили приходится 12 % этой доли. В последние годы резко возросли выбросы CO₂ от транспорта: с 21 % от общего объема выбросов в 1990 году до 28 % в 2004 году [1]. По этой причине все больше и больше стран мира принимают руководящие принципы, опубликованные в Директиве ЕС СЕ/443, в которых основное внимание уделяется ограничению загрязнения, вызываемого дорожными транспортными средствами.

Тем не менее, сценарий «СИНЯЯ карта», опубликованный в 2011 году Международным энергетическим агентством, предусматривает снижение уровня выбросов CO₂ в транспортном секторе почти до уровня 2005 года за

счет увеличения продаж электромобилей (ЭМ) и гибридных электромобилей (ГЭМ) до уровня 100 миллионов единиц в год до 2050 года. К сожалению, до сегодняшнего дня продажи электромобилей по-прежнему намного меньше, чем 20 000 единиц на 12-миллионном рынке новых автомобилей [2]. Несколько факторов замедляют проникновение ЭМ на рынок. Согласно опросу [3] наиболее важными из них являются:

- 1 Дистанция с одной перезарядкой (боязнь ограничения дальности поездки) – 32 %.
- 2 Цена покупки автомобиля – 32 %.
- 3 Возможность зарядки дома без собственного гаража – 25 %.
- 4 Время перезарядки – 9 %.
- 5 Максимальная скорость – 2 %.

«Боязнь ограничения дальности поездки» – это страх перед потенциальным водителем, что он или она не сможет достичь пункта назначения без перезарядки. Правильно разработанный человеко-машинный интерфейс (ЧМИ) для ЭМ может значительно минимизировать этот эффект.

Первая попытка представить другой дизайн ЧМИ для интерфейса ЭМ была в 1990-х годах, когда Honda EV Plus представила цифровую панель, заменяющую приборную панель, с 3-сегментным 7-сегментным дисплеем для скорости, интегрированной с аккумуляторной батареей S °C (Индикатор состояние заряда) и расстояния до пустых индикаторов. В 2000-х годах были разработаны жидкокристаллические и сенсорные дисплеи, цифровые приборные панели и навигационные системы открыли новый подход к дизайну ЧМИ. Некоторые новые функции, такие как отображение потока мощности были введены, однако, представление стандартной информации, полученной от транспортного средства (статус ЭБУ), не сильно изменилось. Индикатор состояния заряда, информация о диапазоне, режим зарядки концептуально не изменились, за исключением того, что они выглядят более привлекательно. Недавно проведенные исследования [4] свидетельствуют о необходимости разработки новых концепций взаимодействия с ЭМ, которые помогут повысить эффективность современных ЭМ, сделать их более удобными для пользователя и одновременно повысить признание технологии ЭМ обществом.

Материалы и методы

Предположим, что связь между транспортным средством и водителем (и наоборот) может быть подразделена на системы отображения (информационные табло и датчики), систему запуска, педалирование и систему зарядки. Помимо интуитивно понятного дизайна, интерфейс должен предоставлять полезную и актуальную информацию, достаточную для уверенности водителя в функциональности автомобиля.

Существует два подхода к проектированию индикаторов ЭМ. Первый подход пытается сделать внешний вид системы максимально похожим на обычные транспортные средства с ДВС (двигатель внутреннего сгорания). Аналоговые датчики с указателями используются для отображения дополнительной

информации, связанной с работой систем ЭМ. Smart for Two или Tata Vista являются хорошими примерами такой конструкции, где датчики входа / выхода питания и состояние заряда аккумулятора представлены аналогично датчикам емкости топливного бака ДВС (Рисунок 1).



Рисунок 1 – Пример панели аналоговых датчиков с индикатором заряда и входа / питания

Знакомый внешний вид делает взаимодействие интуитивно понятным для пользователя, знакомого с транспортными средствами с ДВС, и делает переход от ДВС к ЭМ более удобным. Расположение датчиков и способ получения информации осуществляется исходя из общих знаний и стандартов. Согласно ANSI (Американский национальный институт стандартов) [5] стандартизация индикаторов не является специфической для электромобиля, это означает, что здесь применяются общие правила для отображения на транспортном средстве. Таким образом, вместо уровня топлива в баке имеется индикатор состояния заряда, потребление энергии и состояние потока энергии обычно связаны со счетчиком оборотов. Датчики обычно расположены аналогично транспортному средству с ДВС (Mitsubishi iMiev, Nissan Leaf), но могут быть некоторые изменения, например, в Tata Vista EV, где основной спидометр расположен в месте расположения навигационной панели, или в Smart for Two Electric Drive, где используются индикаторы энергопотребления и состояния заряда, расположенные над навигационной панелью. Кроме того, представление информации может быть разным, например, индикатор состояния заряда может показывать уровень заряда батареи в процентах, в км или в шкале деления.

Второй подход является довольно инновационным. Он отличается не только расположением компонентов интерфейса, но также использует внешние и портативные устройства, такие как дисплей в автомобиле (BMW i3). Тем не менее, оба подхода нуждаются в дополнительных функциях, таких как расширенные функции навигации.

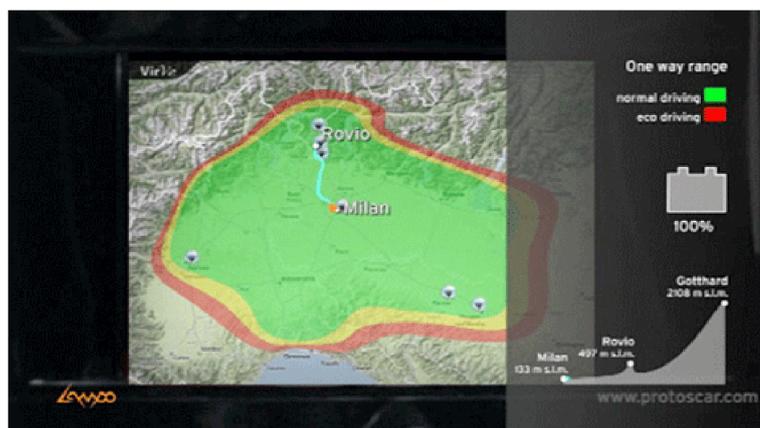


Рисунок 2 – Расширенные навигационные функции BMW ActiveEsysteme в ProtosCar ЧМИ

Информация о ближайшей доступной зарядной станции имеет решающее значение в случае ограниченного расстояния пробега ЭМ. Эти системы обычно используют внешние источники информации, чтобы найти зарядную станцию в непосредственной близости и оценить дальность действия электромобиля. Хорошим примером такой системы является ProtosCar, где профиль высоты дороги используется для более точной оценки дальности езды. (Рисунок 2), или система BMW ActiveE, когда все зарядные станции, положение которых известно системе, отображаются на экране навигации (Рисунок 3). Для правильного функционирования таких систем необходим надежный, непрерывный и, в идеальном случае, централизованно распределенный источник информации, где информация обо всех доступных зарядных станциях и их занятости (в случае BMW - только часть станций, с которыми у BMW есть соглашение, отображаются) хранятся и распределяются по транспортным средствам. Информация об условиях движения, профиле высоты дороги и прогнозе погоды может дополнительно улучшить точность расчета потребления до 3 % для различных погодных условий и до 30 % в случае другого профиля высоты [6].



Рисунок 3 – Особенности навигационной системы BMW ActiveE

Как уже упоминалось ранее, система педалирования и запуска ЭМ является частью интерфейса ЧМИ, и они заслуживают дополнительного внимания. Одна важная проблема возникает из-за того, что ЭМ не нужен стартер (электродвигатель, который используется для запуска транспортного средства с ДВС), и пользователи не используют обратную связь, следовательно, они не могут определить, находится ли транспортное средство в режиме «Готово к езде» или «Отключено». Производители автомобилей решают эту проблему по-разному, некоторые из них используют сообщение ГОТОВ на приборной панели или используют указатель спидометра, чтобы указать положение готовности (скорость 0 км / ч), или используют обратную связь Audi (рисунок 4).



Рисунок 4 – Индикатор состояния готовности на:
Audi A8 hybrid, Mercedes S400, Chrysler Aspen Hybrid

В случае педалей из-за рекуперативного торможения обратная связь от нажатия педалей в ЭМ отличается от автомобилей с ДВС. Рекуперативное торможение - это преобразование кинетической энергии транспортного средства в химическую энергию, запасенную в аккумуляторе, где она может быть использована позднее для управления транспортным средством. Из-за этого ЭМ замедляется с большей скоростью, когда педаль ускорения отпускается по сравнению с автомобилями с ДВС, и можно остановить ЭМ, используя только педаль ускорения, таким образом, она позволяет двигаться только с одной педалью. Дисплеи Power Flow различных типов были представлены как часть ЧМИ ЭМ, чтобы обучить пользователей концепции рекуперативного торможения и побудить их максимально использовать его. Интерфейсы Ecofeedback или EcoGuide®, используемые в новом Ford Focus Electric, являются хорошим примером такой системы (Рисунок 5).



Рисунок 5 – Ford Focus Electric Smart Gauge®

Эта система уже предлагает множество возможностей настройки для пользователя, например, информация, отображаемая слева и справа от спидометра, может быть выбрана пользователем. Индикатор «Производительность листьев» учит пользователя более эффективно управлять автомобилем, отображая зеленое дерево с листьями, количество листьев зависит от того, насколько эффективно водитель управляет своим автомобилем.

Большинство пользователей сообщают, что полезность представленной информации, отображаемой Power Flow, уменьшается, чем дольше они владеют автомобилем [8].

В связи с тем, что зарядка электромобилей резко отличается от автомобилей с ДВС, перезарядка электромобилей может занять несколько часов и должна выполняться на специально оборудованных (CS) зарядных станциях. Вот почему развитие инфраструктуры и коммуникаций V2I является важной проблемой для развития ЭМ. ЧМИ может помочь пользователю в переходе с ДВС на ЭМ с точки зрения «дозаправки / перезарядки» быстрее и удобнее.

На рынке уже существует множество готовых к использованию решений, предлагаемых специальными компаниями (General Electric, Eaton, Siemens и т.д.), а также производителями электромобилей (Tesla Motors и т. Д.). Эти станции зарядки могут быть доступны на рынке как публичные станции, корпоративные станции для компаний, поддерживающих развитие зеленых технологий, или для частного использования дома. Примеры станций зарядки представлены на рисунке 6.

Специально разработанное мобильное приложение или веб-приложение предоставляет пользователю возможность отслеживать занятость и местоположение станций, к сожалению, централизованного центра обработки данных по-прежнему нет, и пользователю приходится посещать / открывать более одного источника для того, чтобы найти ближайшую доступную станцию.



Рисунок 6 – Примеры станций зарядки электромобилей: корпоративная станция на транспортном факультете, STU в Праге (слева), общественная зарядная станция Tesla с источником солнечной энергии (вверху справа), домашняя зарядная станция Easycharge (внизу справа)

Результаты и обсуждение

Как видно из всего вышеупомянутого, существует множество открытых вопросов, связанных с проектированием ЧМИ для ЭМ, таких как:

- какие изменения могут быть внесены в ЧМИ для уменьшения тревожности по поводу дальности поездки;
- какова оптимальная конструкция ЧМИ для обратной связи по зарядке автомобиля;
- как сообщить водителю о расположении зарядных точек в ближайшем окружении;
- как побудить водителей безопасно адаптировать свой стиль вождения или выбирать маршруты, чтобы повысить эффективность.

Отвечая на эти вопросы и устраняя недостатки уже существующих систем ЧМИ и используя новые доступные технологии, можно повысить эффективность ЭМ и, следовательно, повысить признание технологии ЭМ среди пользователей. Мы предлагаем использовать жизненный цикл проектирования аппаратуры, представленный на рисунке 7, для нового интерфейса ЧМИ.



Рисунок 7 – Концепция жизненного цикла проектирования аппаратуры ЧМИ

В первой части статьи были описаны уже существующие решения. Есть некоторые исследования, связанные с требованиями пользователей к новой конструкции ЧМИ электрических транспортных средств [7]. Эти требования обычно связаны с ЧМИ для ЭМ:

- система не должна быть ограничена в функциональности по сравнению с транспортными средствами с ДВС;
- система должна улучшить безопасность и комфорт пользователя.
- система должна помочь справиться с нехваткой энергии.
- система должна быть привлекательной и интуитивно понятной.
- система не должна ограничивать пользователя в стиле вождения.
- система должна обеспечивать функциональность для повышения потребления энергии транспортным средством;
- дизайн ЧМИ должен отражать самовосприятие ранних последователей как современных и экологичных людей с привязанностью к новым технологиям.

Существуют некоторые противоречивые требования, которые не могут быть решены с помощью традиционных подходов ЧМИ. Пользователь не хочет быть ограниченным в выборе стиля вождения и в то же время хочет, чтобы система помогала ему управлять автомобилем более эффективно с точки зрения энергопотребления. Мы предлагаем использовать динамическую приборную панель для удовлетворения потребностей пользователей. Это интерфейс, который можно настроить в зависимости от запроса пользователя или особого состояния автомобиля. Динамический спидометр [9] является примером такой системы, уже известной и внедренной производителями транспортных средств. В случае ЭМ мы можем говорить о динамических приборных панелях как о целой системе,

где можно изменить не только состояние и внешний вид приборной панели или дополнительного дисплея для разных профилей, но также и поведение транспортного средства. Под поведением мы подразумеваем различное состояние в системах транспортных средств, такое как климат-контроль, освещение и эксплуатационные характеристики автомобиля). Педали Haptic или педали AFFP (Active Force Feedback Acceleration [10]) в сочетании с различными звуковыми и визуальными сигналами обратной связи помогают регулировать динамику автомобиля, и ЧМИ должен предоставить пользователю информацию, связанную с этими изменениями.

Аналогичные понятия, описаны в [11], где было предложено более шести различных макетов ЧМИ для разных типов профилей. Мы можем выделить пять основных понятий, таких как:

1 Энергосберегающий режим, когда внутренняя система ЭМ регулируют свое состояние потребления, чтобы максимизировать диапазон ЭМ, ограничивая функциональность системы комфорта, и приборная панель изменяется, чтобы предоставить водителю инструкцию о желаемой скорости ускорения / замедления и скорости на участке дороги, чтобы минимизировать энергию потребления. Система AFFP регулирует режим ускорения / замедления для экономии энергии.

2 Система городского режима регулирует поведение на основе текущей информации о трафике, периодически отслеживает и пересчитывает маршрут до пункта назначения на основе обновленной информации. Драйвер информируется о состоянии аккумулятора и достижимости пункта назначения по текущему заряду. Кроме того, система регулирует производительность транспортного средства самостоятельно в зависимости от типа пункта назначения, если пунктом назначения является Дом или Офис, где пользователь не ограничен в возможностях зарядки или если это двусторонняя поездка, где зарядка невозможна или ограничена.

3 Потребление в сельских условиях на сельских дорогах можно свести к минимуму, если ехать с правильной скоростью в пределах скорости и применять концепцию вождения без тормозов. Система обеспечивает водителя подходящим ЧМИ приборной панели для минимизации потребления энергии у электромобилей.

4 В режиме достижения пункта назначения система непрерывно отслеживает оставшийся диапазон пробега и сравнивает его с расстоянием до пункта назначения. В случае несовпадения система предлагает решение, например, переключение в режим энергосбережения или маршрутизацию к доступным точкам зарядки.

5 Свободный режим – это режим, в котором производительность ЭМ не ограничивается системой, а интерфейс приборной панели настраивается пользователем

Точкой отсчета для такой системы является надежная и точная модель энергопотребления электромобиля. Обычная модель потребления сопротивления качению, сопротивлению ускорению и ускорению должна быть расширена с помощью адаптивной модели водителя (где система узнает об особенностях вождения водителей, таких как уровни замедления ускорения, максимальная скорость и т.д.) И так называемой «текущей модели движения», где система способна предвидеть условия движения на основе внешней информации). Влияние

погоды и расположение зарядной станции также должны быть приняты во внимание. Такая модель была описана в [6]. Кроме того, с развитием связи V2V и V2I была введена безубыточная концепция вождения, где водитель получает инструктаж с помощью ЧМИ (визуального / аудио или тактического), когда лучше отпустить педаль ускорения, приблизиться к следующей области скорости без применения механических разрывов.

Такие системы должны быть не только частью транспортного средства, но должны быть интегрированы с мобильными устройствами или мобильными приложениями, чтобы обеспечить доступ к данным транспортного средства и планированию дороги перед конкретной поездкой. Эта интеграция должна рассматриваться как часть самого ЧМИ, что означает, что она должна учитываться на всех этапах проектирования, перечисленных выше.

Как уже упоминалось, прежде чем перейти к этапу создания прототипа, необходимо оценить концепцию. Очевидно, что для оценки системы ЧМИ для транспортного средства пользователь должен попробовать эту систему во время вождения. В случае определения концепции целесообразно создать «виртуальный» прототип системы, в котором функциональность системы моделируется с помощью компьютерной графики и выполняется несколько экспериментов на симуляторе вождения, чтобы дать пользователю возможность протестировать функциональность системы.



Рисунок 8 – Симулятор вождения Octavia II, разработанный FD CTU в Праге [12]

Современные симуляторы обычно состоят из частей реальных транспортных средств (рисунок 8), с которыми водитель взаимодействует посредством реальных компонентов управления транспортным средством, таких как педали рулевого колеса и ЧМИ другого транспортного средства, и сложной системы виртуальной реальности, создаваемой компьютером. Виртуальная реальность должна охватывать как можно более широкий диапазон входных сигналов от оператора, чтобы создать ощущение реалистичной обстановки. Современные тренажеры предоставляют исследователям возможность отслеживать производительность водителя в различных заранее заданных ситуациях. Эти ситуации составлены

в сценарии, которые должны быть спроектированы таким образом, чтобы представлять различные реальные ситуации вождения, когда взаимодействие водителя с ЧМИ транспортного средства.

Результаты, полученные с помощью симулятора вождения в сочетании со специально разработанными вопросниками, должны предоставить достаточно данных для оценки концепции проекта, прежде чем переходить к следующему этапу разработки.

Выводы

Новый динамический ЧМИ для электромобилей может потенциально увеличить популярность технологии ЭМ. Тем не менее, требуется надлежащая проверка концепции, чтобы новый ЧМИ соответствовал требованиям пользователей и не оказывал негативного влияния на основную задачу вождения. В статье предложена методология разработки и оценки концепции.

Эта методология состоит из 5 основных шагов:

- 1 Создание требования пользователя для новой системы;
- 2 Создание концепции системы;
- 3 Оценивание целесообразности предлагаемой системы;
- 4 Проведение экспериментов на симуляторе транспортного средства, чтобы получить обратную связь с пользователем;
- 5 Оценивание концепции системы и при необходимости повторение цикла.

Эксперименты, выполненные на имитаторе транспортного средства, должны предоставить исследователям данные для оценки предлагаемого ЧМИ и сделать вывод о проекте.

REFERENCES

- 1 Technology Roadmap Electric and plug-in hybrid electric vehicles, International Energy Agency, France 2011 [Electronic resource]. – https://www.iea.org/publications/freepublications/publication/EV_PHEV_Roadmap.pdf.
- 2 **Masson, J.** Very poor EV sales in Europe last year, with France an artificial lead, 2013 [Electronic resource]. – <http://www.motornature.com/2013/01/very-poor-ev-sales-in-europe-last-year-with-france-an-artificial-leader>.
- 3 **Thiell, C., Alemanno, A., Scarcella, G., Zubaryeva, A., Pasaoglu, G.** Attitude of European car drivers towards electrical vehicle: a survey, 2012.
- 4 **Helena Strömberg, et al.** Driver Interfaces for Electric Vehicles, AUI2011, Proceedings, 2011.
- 5 Electric Vehicle Standards Panel, Standardization Roadmap for electric vehicles, Version 2.0, American National Standardization Institute, 2013.
- 6 **Rozhdestvenskiy, D.** Electro Vehicle carsharing system – simulation for cities, Master thesis Faculty of Transportation Science, CTU in Prague Czech Republic, 2014.
- 7 **Schinieders, H., Hang, F., Niemeyer, A., Weisschuh, J., Hiller, F.** D 02.1 Requirements and specifications derived from user needs and sota analysis, ID4EV Intelligent Dynamics for fully electric vehicles.

8 Wellings, T., Binnarsley, J., Robertson, D., Khan, T. Human Machine Interfaces in Low Carbon Vehicles Market Trends and User Issues, Low Carbon Vehicle Technology Project : Work stream April, 2011.

9 Manu Kumar, Taemie Kim. Dynamic Speedometer. Dashboard Redesign to Discourage Drivers from Speeding, 2015.

10 Muller, B. and Meyer, G. Electric Vehicles Systems Architecture and Standartization Needs, reports of the PPP European Green Vehicles Initiative, 2015.

11 Schinieders, H., Hang, F., Niemeyer, A., Weisschuh, J., Hiller, F. D5.1 System specification summary document ID4EV, Intelligent Dynamics for fully electric vehicles, 2012.

12 Bouchner, P. Driving Simulators for HMI Research, Ph.D. Thesis, Institute of control and Telematics, CTU in Prague Czech Republic, 2007.

Материал поступил в редакцию 06.06.22.

*Д. Рождественский¹, *П. Бухнер²*

^{1,2}Прагадағы Чех техникалық университеті,

Чехия Республикасы, Прага қ.

Материал 06.06.22 баспаға түсті.

ЭЛЕКТРОМОБИЛЬДЕРДІ ЖОБАЛАУ БОЙЫНША НҰСҚАУЛЫҚҚА АРНАЛҒАН ДИНАМИКАЛЫҚ АДАМ-МАШИНА ИНТЕРФЕЙСІ

Бұл мақалада электромобильдердің адам-машина интерфейсі (АМИ) қарастырылған, электромобильдердің(ЭМ) АМИ тарихынан бастап, қазіргі уақытта қолданылатын жүйенің элементтері сипатталған және олардың артықшылықтары мен кемшіліктеріне баға берілген. Электромобильдерге арналған динамикалық АМИ жаңа тұжырымдамасы энергияны тұтыну және диапазон тұрғысынан ЭМ тиімділігін арттыру, сондықтан олардың пайдаланушылар арасында танымалдылығын арттыру үшін енгізілген. Бұл интерфейс пайдаланушының немесе жүйенің қажеттіліктеріне бейімделе алады және ЭМ батареясының зарядтау күйіне немесе қалаған жерге қол жеткізуге байланысты динамикалық түрде өзгереді. АМИ-нің мұндай іске асырылуы пайдаланушылардың әлі де ЭМ диапазонындағы дабыл құбылыстарына ішкі жану қозғалтқышы бар қарапайым көлік құралдарын таңдауының басты себептерінің бірін жояды.

Бұл мақала ЭМ үшін жаңа АМИ тұжырымдамасын жасауға, пайдаланушылардың талаптарын зерделеуге және көлік құралын басқару тренажерінде пайдаланушының жарамдылығын растау тұжырымдамасы мен әдіснамасын қоса алғанда, жүйені дамыту әдістемесін ұсынуға арналған.

Кілтті сөздер: АМИ, электромобиль, гибридті автомобиль, кеңейтілген навигация.

D. Rozhdestvenskiy¹, *P. Bouchner²

^{1,2}Czech Technical University in Prague,

Czech Republic, Prague.

Material received on 06.06.22.

DYNAMIC HUMAN-MACHINE INTERFACE FOR ELECTRICAL VEHICLE DESIGN GUIDELINES

This article deals with a Human Machine Interface of Electric vehicles starting from the history of Electric Vehicles HMI, describes currently used system elements and provide evaluation of their advantages and disadvantages. A new concept of Dynamic HMI for Electric Vehicles is introduced to improve EV efficiency in terms of energy consumption and range distance, and consequently increase their popularity among users. This interface is capable to adapt itself to user or system needs and changes dynamically based on EV battery State of Charge or reachability of desired destination. Such implementation of HMI address one of the main reason why users still prefer conventional vehicles with internal combustion engine to EV – range anxiety phenomena. This article aims to be a guideline for a design of new concept of HMI for EV, studies user requirements and propose a methodology of system development including concept definition and user acceptance validation methodology on vehicle driving simulator.

Keywords: HMI, Electric Vehicle, Hybrid Car, Extended navigation.

Теруге 06.06.22 ж. жіберілді. Басуға 30.06.22 ж. қол қойылды.

Электрондық баспа

8,9 Мб RAM

Шартты баспа табағы 12,4. Таралымы 300 дана.

Бағасы келісім бойынша.

Компьютерде беттеген: З. С. Искакова

Корректор: А. Р. Омарова

Тапсырыс № 3964

«Toraighyrov University» баспасынан басылып шығарылған

Торайғыров университеті

140008, Павлодар қ., Ломов көш., 64, 137 каб.

«Toraighyrov University» баспасы

Торайғыров университеті

140008, Павлодар қ., Ломов к., 64, 137 каб.

67-36-69

e-mail: kereku@tou.edu.kz

<https://vestnik.tou.edu.kz/>

<http://stk.tou.edu.kz/>