

**Европейская экономическая комиссия****Комитет по внутреннему транспорту****Всемирный форум для согласования правил
в области транспортных средств****Рабочая группа по автоматизированным/автономным
и подключенным транспортным средствам****Семнадцатая сессия**

Женева, 25–29 сентября 2023 года

Пункт 7 а) предварительной повестки дня

Система автоматического экстренного торможения:**Правила №№ 131 и 152 ООН****Предложение по дополнению к поправкам серии 01
к Правилам № 152 ООН (система автоматического
экстренного торможения для транспортных средств
категорий M₁ и N₁)****Представлено экспертом от Франции***

Воспроизведенный ниже текст был подготовлен экспертом от Франции и основан на неофициальном документе GRVA-15-19. Настоящее предложение нацелено на предоставление заявителю возможности использовать методику виртуальных испытаний в качестве альтернативы методике физических испытаний и основано на дискуссии, прошедшей в ходе проведения одиннадцатой — восемнадцатой сессий неофициальной рабочей группы (НРГ) по системе автоматического экстренного торможения (САЭТ) для транспортных средств категорий M₁ и N₁. Изменения к существующему тексту Правил выделены жирным шрифтом в случае новых положений или зачеркиванием в случае исключенных элементов.

* В соответствии с программой работы Комитета по внутреннему транспорту на 2023 год, изложенной в предлагаемом бюджете по программам на 2023 год (A/77/6 (часть V, разд. 20), п. 20.6), Всемирный форум будет разрабатывать, согласовывать и обновлять правила в целях улучшения характеристик транспортных средств. Настоящий документ представлен в соответствии с этим мандатом.



I. Предложение

Включить новый пункт 6.7 следующего содержания:

- «6.7 **Компьютерное моделирование динамических испытаний**
- 6.7.1 Для проведения испытаний, описанных в пунктах 6.4–6.6, можно использовать компьютерную имитационную модель, если подтверждены ее достоверность и достоверность системы инструментов инженерного моделирования и они используются в соответствии с приложением 4.
- 6.7.2 Для оценки испытаний на предупреждение и включение могут использоваться инструменты инженерного моделирования и математические модели в соответствии с приложением 8 к пересмотру 3 Соглашения 1958 года. Изготовители должны продемонстрировать сферу применения инструментов инженерного моделирования, обоснованность их применения в соответствующем сценарии и в отношении конкретного транспортного средства, а также подтвердить достоверность системы инструментов инженерного моделирования (корреляция с результатами физических испытаний) в соответствии с приложением 4.
- 6.7.3 Техническая служба должна быть в состоянии подтвердить достоверность имитационной модели с помощью физических испытаний на подтверждение достоверности.
- 6.7.4 Если изготовитель отдал предпочтение компьютерному моделированию динамических испытаний, то к протоколу испытаний должен быть приложен отдельный отчет, включающий, по крайней мере, дополнительную информацию, указанную в пункте 1.4 приложения 4.»

Включить новое приложение 4 следующего содержания:

«Приложение 4

Компьютерное моделирование динамических испытаний

Введение (только для информации)

В настоящем приложении описаны процессы, которые могут быть использованы для рассмотрения результатов моделирования вместо физических результатов, свидетельствующих о соответствии нормативным требованиям.

Эти процессы позволяют оптимизировать как скорость реакции изготовителей для охвата определений различных транспортных средств, так и экономический аспект в силу ограничения числа задействованных физических средств.

Вместе с тем такой подход возможен только в том случае, если рамки данного процесса будут четко определены, а уровень доверия к представляемым результатам будет достаточным, основываясь на объективных критериях физической репрезентативности.

Этот подход базируется главным образом на двух отдельных направлениях, а именно: на подтверждении достоверности метода моделирования и результатов моделирования в контексте процесса официального утверждения.

Подтверждение достоверности метода моделирования служит одним из ключевых этапов процесса комплексного цифрового подтверждения достоверности, поскольку определяет по математической модели уровень репрезентативности по сравнению с физическим испытанием. Поэтому

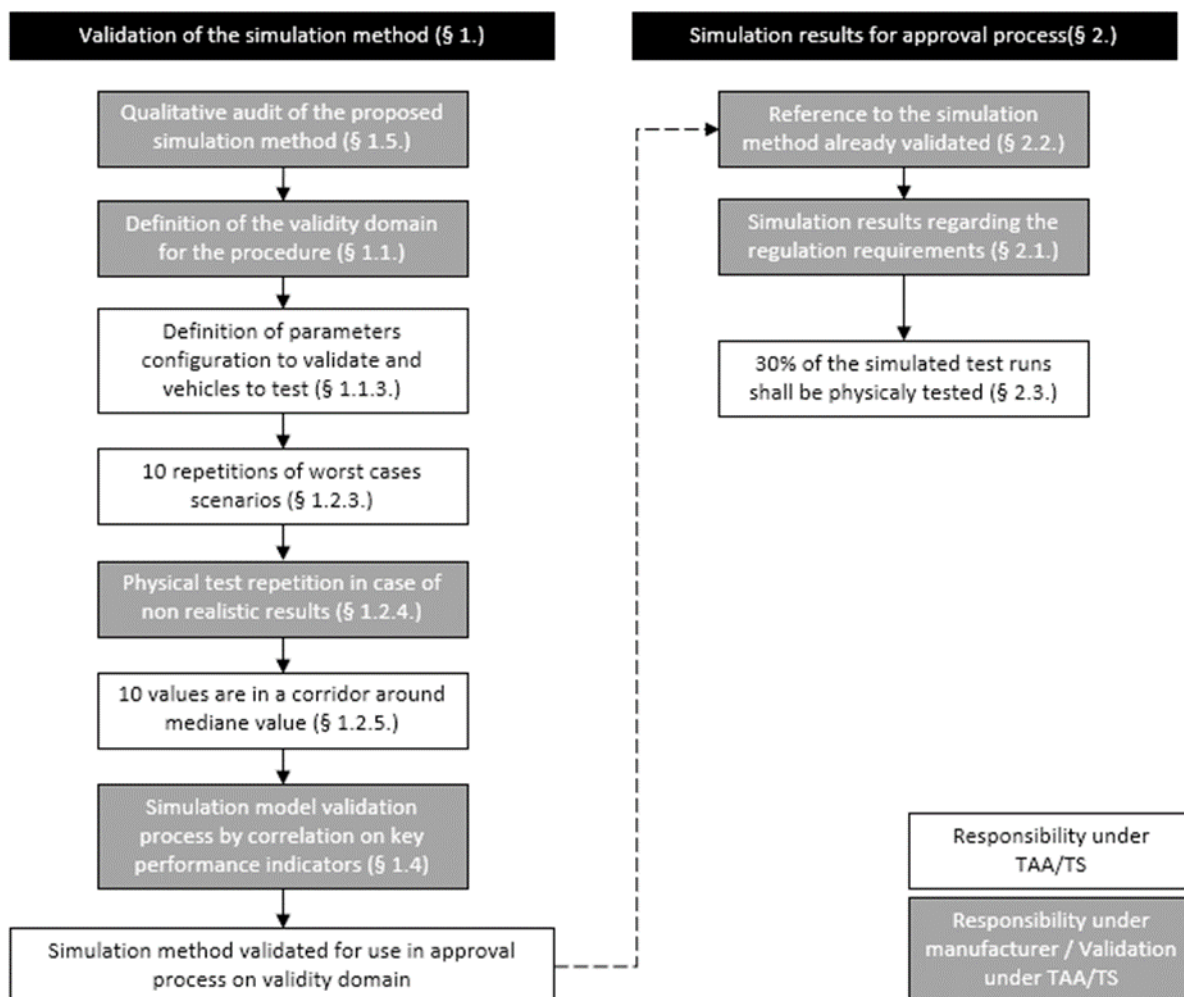
качественный уровень корреляции имеет решающее значение и оценивается путем сопоставления результатов моделирования/испытаний. Когда модель скоррелирована или, другими словами, когда рассчитанное поведение аналогично поведению объекта, испытываемого в реальных условиях, эта модель может быть использована для прогнозирования поведения объекта в контексте подтверждения его достоверности.

Результаты моделирования процесса официального утверждения знаменуют заключительный этап всей процедуры, а именно: официальное утверждение типа транспортного средства в контексте нормативного акта на основе исключительно виртуального официального утверждения типа. После того как репрезентативность цифровой модели продемонстрирована в пределах подтверждения ее достоверности, данный процесс может быть использоваться для оценки соответствия испытываемой модели требованиям нормативного текста.

Этот глобальный подход пошагово представлен на схеме, приведенной на рис. 5 ниже, и более подробно рассмотрен в последующих главах.

Рисунок 5

Общая схема “Компьютерного моделирования динамических испытаний как эквивалента метода официального утверждения”



1. Подтверждение достоверности метода моделирования

Для гарантирования того, что метод моделирования, используемый изготовителем, способен обеспечить репрезентативные результаты, приемлемые для процесса официального утверждения, этот метод должен быть оценен и его достоверность должна быть подтверждена технической службой.

- 1.1 **Определение контекста подтверждения достоверности**
 - 1.1.1 Изготовитель автомобиля должен определить граничные условия для метода моделирования. Эти граничные условия предусматривают ограничения метода моделирования, который может быть использован.
 - 1.1.2 Определение контекста подтверждения достоверности должно охватывать характеристики как транспортного средства (например, массу, оборудование, точный тип датчиков, алгоритм управления), так и сценария (например, скорость, цель).
 - 1.1.3 В зависимости от контекста подтверждения достоверности, требуемой изготовителем, техническая служба определяет матрицу транспортных средств и сценариев, подлежащих испытаниям, с тем чтобы охватить весь контекст в соответствии с пунктом 1.2.
- 1.2 **Физические испытания на подтверждение достоверности**
 - 1.2.1 Техническая служба должна провести испытания для подтверждения достоверности имитационной модели.
 - 1.2.2 Число испытываемых сценариев должно определяться технической службой для охвата контекста достоверности, запрашиваемой изготовителем.
 - 1.2.3 Должно быть произведено не менее 10 повторений наихудших сценариев, и результаты, касающиеся относительного расстояния остановки от цели или скорости удара по цели, должны находиться в определенном диапазоне с учетом среднего показателя. Этот диапазон определяется технической службой.
 - 1.2.3.1 Наихудшие сценарии — это сценарии, в которых моделируемые неопределенности, как ожидается, окажут наибольшее воздействие на репрезентативность имитационной модели (например, столкновение с целью при полном торможении приведет к значительному разбросу результатов, наименьшая возможная скорость для сценариев столкновения автомобиля с велосипедом, где наиболее актуален угол наклона датчика).
 - 1.2.4 Как уже отмечалось в пункте 6.10 настоящих Правил в связи с надежностью системы, в том случае, если система не удовлетворяет требованиям относительно эффективности, некоторые физические испытания могут быть повторены. Число повторяемых испытаний не должно превышать:
 - a) 10,0 % произведенных испытательных прогонов в рамках испытаний на столкновение автомобиля с автомобилем;
 - b) 10,0 % произведенных испытательных прогонов в рамках испытаний на столкновение автомобиля с пешеходом; и
 - c) 20,0 % произведенных испытательных прогонов в рамках испытаний на столкновение автомобиля с велосипедом.
 - 1.2.5 Физические испытания, используемые для создания физической ссылки для подтверждения достоверности цифровой модели, должны быть повторяемыми. Повторяемость оценивается по значениям скорости удара или остаточного расстояния в

10 повторениях, которые должны оставаться в диапазоне, определенном технической службой с учетом среднего показателя по физическим испытаниям.

- 1.3 Имитационная модель**
- 1.3.1** Моделирование (включая разработку модели) должно проводиться изготовителем. Оно должно отражать всю сложность архитектуры транспортного средства, системы и компонентов, подлежащих испытанию, с точки зрения требований действующих правил и граничных условий.
- 1.3.2** Модель должна быть способна описать реальное физическое поведение в контексте подтверждения достоверности.
- 1.3.3** Имитационная модель должна быть сформирована, а соответствующие допущения заданы таким образом, чтобы расчет позволял принять консервативное решение, в котором результат не зависит от временного приращения.
- 1.3.4** Помимо параметров, перечисленных в пункте 1.4 настоящего приложения, в имитационной модели должны быть определены, как минимум, следующие элементы:
- a) динамическая модель транспортного средства, включая трансмиссию, силовой агрегат и т. д.;
 - b) модель датчика;
 - c) модель управления СССВ;
 - d) экологическая модель;
 - e) сценарная модель;
 - f) целевая модель для пешеходов, велосипедистов и автомобилей.

Техническая служба должна проверить модель на правильность физического поведения.

- 1.4 Процесс подтверждения достоверности имитационной модели**
- 1.4.1** Достоверность имитационной модели подтверждают методом сопоставления с условиями физических испытаний на подтверждение достоверности в соответствии с пунктом 1.2, причем сопоставимость результатов этих испытаний должна быть доказана.
- 1.4.2** Модель должна быть проверена по результатам повторяемых испытаний с учетом определенного среднего показателя, как это отмечено в пункте 1.2.5.
- 1.4.3** Имитационная модель считается достоверной в требуемом контексте подтверждения достоверности, если при уровне значимости в 5 % нет никаких оснований полагать, что результаты имитационного моделирования и результаты физического испытания являются итогом двух различных распределений, по крайней мере, по следующим ключевым показателям эффективности:
- a) время до столкновения при наличии системы предупреждения об опасности переднего столкновения (ПОПС) в с;
 - b) средняя скорость транспортного средства за 4 с до столкновения и до активации автономного экстренного торможения (АЭТ) в км/ч (= начальная скорость);
 - c) среднее значение абсолютного бокового отклонения в м;

- d) тормозной путь в м (только для сценариев испытаний с предотвращением столкновения);
- e) среднее значение полного замедления в m/c^2 ;
- f) остающееся расстояние до цели после полной остановки в м (для сценариев без предотвращения столкновения применяется нулевое значение);
- g) скорость удара при столкновении с целью в км/ч (для сценариев с предотвращением столкновения применяется нулевое значение);
- h) время наращивания тормозного усилия от начала торможения до максимального замедления в с;
- i) время до столкновения с момента начала торможения в с (приведение формулировки в соответствие с процедурой испытания ЕвроНКАП).

Изготовитель проводит стандартные испытания на оценку значимости.

1.4.4 Необходимо убедиться в том, что полученные данные отражают правильные физические величины. Это означает, что они должны быть проверены на достоверность и надлежащим образом отфильтрованы. Если величины не измеряются непосредственно, то требуется аргументация, доказывающая, что они все же могут быть использованы.

1.5 Дополнительные данные и информация

Для этих целей органу по официальному утверждению и технической службе в дополнение к данным и чертежам, перечисленным в пункте 3.2 настоящих Правил, должна быть представлена нижеследующая информация.

1.5.1 Описание примененного метода моделирования и расчетов с указанием модели, аналитического программного обеспечения, включая, как минимум, его изготовителя, коммерческое наименование, версию и контактные данные разработчика.

1.5.2 Описание входных параметров кодирования используемых моделей, включая, как минимум, характеристики функциональных возможностей систем, механическую гипотезу, значения определяемых масс, центра тяжести, моментов инерции и граничные условия.

1.5.3 Определение контекста подтверждения достоверности на основе таких параметров транспортного средства, как распределение массы, диапазоны скоростей и т. д., используемых во исполнение пункта 1.1 настоящего приложения.

1.5.4 Каждый из следующих этапов расчета должен быть подробно описан изготовителем: предварительная обработка, обработка и постобработка, включая обоснование обычного завершения моделирования (например, постобработка лог-файла).

1.5.5 Методика, использованная для получения коррелированных данных об испытании (как минимум, в частности, оборудование для регистрации данных, обработка данных, расчет скалярных значений, статистические расчеты, показатели эффективности, как это указано в пункте 1.4.3, результаты статистических расчетов), должна быть задокументирована в отчете о моделировании.

- 1.5.6 Описание системы архивирования данных и процесса управления обновлениями (конструкция тормозной системы, мягкие обновления, поправки к правилам) представляется изготовителем.
2. Результаты моделирования для процесса официального утверждения
- 2.1 Изготовитель может предоставить результаты моделирования во исполнение требований, указанных в пунктах 6.4–6.6 настоящих Правил, только в том случае, если метод, использованный для получения результатов, уже был оценен и его достоверность была подтверждена в соответствии с настоящим приложением.
- 2.2 Все результаты моделирования, предоставляемые изготовителем для получения официального утверждения в соответствии с пунктом 4 настоящих Правил, должны относиться к методу, который был ранее оценен и достоверность которого была подтверждена во исполнение настоящего приложения.
- 2.3 В дополнение к результатам моделирования не менее 30 % моделируемых испытательных прогонов должно быть произведено также в качестве физических испытаний. Результаты моделируемых испытательных прогонов и физических прогонов в качестве физических испытаний должны быть проверены технической службой на предмет различий на индивидуальной основе и с использованием стандартных статистических тестов.
- 2.4 **Дополнительные данные и информация**
Для этих целей технической службе в дополнение к данным и чертежам, перечисленным в пункте 3.2 настоящих Правил, должна быть представлена нижеследующая информация.
- 2.4.1 Описание примененного метода моделирования и расчетов с указанием модели, аналитического программного обеспечения, включая, как минимум, его изготовителя, коммерческое наименование, версию и контактные данные разработчика.
- 2.4.2 Описание входных параметров кодирования используемых моделей, включая, как минимум, характеристики функциональных возможностей систем, механическую гипотезу, значения определяемых масс, центра тяжести, моментов инерции и граничные условия.
- 2.4.3 Ссылка на метод моделирования, достоверность которого подтверждена и который использовался во исполнение пункта 1 настоящего приложения.
- 2.4.4 Каждый из следующих этапов расчета должен быть подробно описан изготовителем: предварительная обработка, обработка и постобработка, включая обоснование обычного завершения моделирования.».

II. Обоснование

1. Настоящее предложение нацелено на предоставление заявителю возможности использовать методику виртуальных испытаний в качестве альтернативы методике физических испытаний. Как уже отмечалось в рамках системы одобрения типа комплектных транспортных средств (ОТКТС) Европейского союза, других правил или текущей деятельности, проводящейся подгруппой 2 неофициальной рабочей группы по методам валидации для автоматизированного вождения (ВМАД) в области систем автоматизированного вождения, данный подход требует предварительной оценки используемой методики.

2. В настоящем предложении определяется практический подход к обеспечению основных принципов безопасности с предоставлением заявителю гибкой возможности использовать виртуальные инструменты.

3. Пример применения этого подхода приведен в неофициальном документе GRVA-15-20.

Примечание секретариата: настоящее предложение по поправке — в случае его принятия в качестве дополнения к поправкам серии 02 — потребует корректировки следующего текста пункта 6.7, который уже содержится в поправках серии 02:

«6.7 Испытание на предупреждение и включение в случае объекта-велосипеда».
