



# Системы автоматического экстренного торможения (САЭТ)

Методика определения эффективности действия

---

Версия 1.0

Декабрь, 2018 г.

## Содержание

Введение .....	3
1. Область применения .....	4
2. Термины и определения .....	4
3. Условные обозначения .....	7
4. Функциональные требования к САЭТ .....	8
5. Проверка основных функций САЭТ .....	9
6. Регистрируемые параметры .....	12
7. Испытательное оборудование .....	14
8. Подготовка объекта испытаний .....	15
9. Условия проведения испытаний .....	16
10. Порядок проведения испытательных заездов .....	17
11. Обработка и анализ результатов испытаний .....	18
12. Определение эффективности действия САЭТ .....	20

## Введение

Основной функцией опережающей системы автоматического экстренного торможения (САЭТ) является предупреждение водителя о потенциальной опасности столкновения с находящимся впереди транспортным средством (ТС) и снижение тяжести последствий их возможного столкновения. В случае неадекватной оценки водителем опасности возможного столкновения (низкий уровень замедления), САЭТ может увеличивать замедление автомобиля (функция «ассистент торможения»).

Проверка эффективности действия САЭТ предусматривает проведение испытательных заездов для определения параметров движения объекта испытаний. Для этого используется блок «испытательных сценариев». Эти сценарии имитируют реальные дорожные ситуации, предполагающие включение и вмешательство САЭТ.

Настоящий документ описывает методику проведения испытаний транспортных средств в отношении САЭТ.

## 1. Область применения

Данный документ содержит сведения, касающиеся методики проведения испытаний ТС категорий М1 и N1, оснащенных системами автоматического экстренного торможения (САЭТ).

## 2. Термины и определения

- **Система автоматического экстренного торможения (САЭТ)** — система, способная автоматически выявлять риск столкновения спереди, предупреждать об этом водителя и приводить в действие тормозную систему для снижения скорости транспортного средства с целью предупреждения столкновения или смягчения его последствий.
- **Предупреждение о столкновении** — информация, которую САЭТ сообщает водителю и которая означает необходимость оперативных действий со стороны водителя для избежания или уменьшения тяжести столкновения с находящимся впереди ТС. Данное предупреждение появляется до возникновения опасной ситуации.
- **Объект испытаний (ОИ)** — транспортное средство, подвергаемое испытанию.
- **Препятствующие движению ТС** — транспортные средства, движущиеся или стоящие неподвижно, рассматриваемые как потенциальная угроза для столкновения с ОИ, и которые могут быть обнаружены САЭТ.
- **Этап предупреждения о столкновении** — этап, непосредственно предшествующий этапу экстренного торможения, на котором САЭТ предупреждает водителя о риске столкновения спереди.
- **Этап автоматического торможения** — этап, начинающийся в тот момент, когда по запросу САЭТ начинается замедление в автоматическом (без участия водителя) режиме.
- **Полоса движения ТС** — продольный участок испытательной площадки, имеющий ширину, достаточную для движения автомобилей в один ряд.
- **Соседняя полоса движения** — полоса движения, имеющая одну общую границу с полосой, по которой движется ОИ. Движение автомобилей по данной полосе осуществляется в том же

направлении.

- **Оптический сигнал предупреждения САЭТ** — техническое средство предупреждения водителя о возникновении вероятности столкновения спереди посредством подачи оптического сигнала.
- **Акустический сигнал предупреждения** — техническое средство предупреждения водителя о возникновении вероятности столкновения спереди посредством подачи звукового сигнала.
- **Тактильный сигнал предупреждения** — техническое средство предупреждения водителя о возникновении вероятности столкновения спереди посредством подачи тактильного сигнала, воспринимаемого водителем (вибрации органов управления или элементов сиденья, преднатяжение ремней безопасности и т.п).
- **Тормозной путь** — расстояние, которое проходит ОИ с момента начала торможения до полной остановки.
- **Цель-автомобиль (ЦА или «Цель»)** — макет, имитирующий заднюю часть реального автомобиля и используемый для испытания САЭТ. Требования к ЦА приведены в п. 7.2.
- **Функциональный этап испытаний** — промежуток времени, когда ОИ движется с фиксированной скоростью в направлении «цели» и производится регистрация параметров его движения.
- **Дистанция (D)** — расстояние от задней поверхности ЦА до ближайшего элемента объекта испытаний (рис. 1).

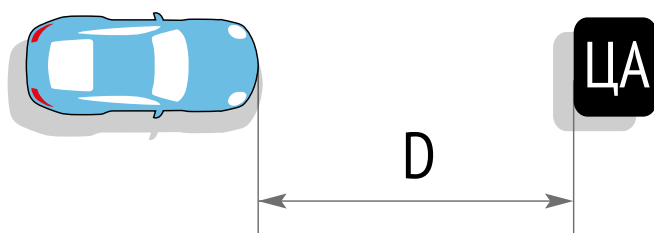


Рис. 1. Дистанция  $D$  между ОИ и ЦА

- **Столкновение с Целью** — ситуация, предполагающая соприкосновение ОИ и ЦА.
- **Время до столкновения** — расчетное время, полученное путем деления Дистанции ( $D$ ) на относительную скорость данного транспортного средства и ЦА в конкретный момент времени.
- **Минимальная скорость** — скорость движения ОИ, с которой САЭТ может осуществлять свои функции по предупреждению столкновений.

- **Требуемое замедление** — постоянное минимальное замедление, которое при данной дистанции позволит ОИ избежать столкновения с ЦА.
- **Боковое смещение  $E_{lat}$**  — поперечное расстояние между продольными осями объекта испытаний и Цели, измеряемое в процентах от ширины ОИ (рис. 2). При  $E_{lat}=100\%$  ЦА располагается в соседней полосе с максимальным смещением от боковой поверхности ОИ не более 0,3м по зеркалам.

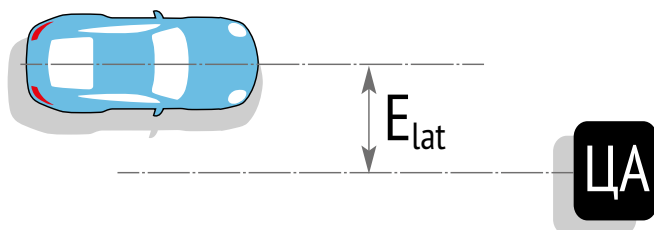


Рис. 2. Боковое смещение  $E_{lat}$  между ОИ и ЦА

- **Отключение САЭТ водителем** — инициируемый водителем перевод САЭТ из активного состояния в состояние «Выключено».
- **Условия освещенности «День»** — условия проведения испытаний при освещенности испытательного участка не менее 1000 люкс (соответствует освещенности в пасмурный день).
- **Условия освещенности «Ночь»** — условия проведения испытаний при освещенности испытательного участка менее 1 люкс (соответствует освещенности ночью).

### 3. Условные обозначения

- $T_1$  — время начала функционального этапа испытаний (достижение и фиксация ОИ предписанной сценарием скорости).
- $T_2$  — время подачи САЭТ предупреждающего сигнала.
- $T_3$  — время конца функционального этапа испытаний.
- $V_{\text{test.veh.}}$  — скорость ОИ.
- $V_{\text{target}}$  — скорость ЦА.
- $V_{\text{rel.impact}}$  — относительная скорость ОИ и ЦА в момент столкновения.
- $V_{\text{test.veh.1}}$  — скорость ОИ в момент времени  $T_1$ .
- $V_{\text{test.veh.2}}$  — скорость ОИ в момент времени  $T_2$ .
- $V_{\text{test.veh.3}}$  — скорость ОИ в момент времени  $T_3$ .
- $D_1$  — дистанция между ОИ и ЦА в момент времени  $T_1$ .
- $D_2$  — дистанция между ОИ и ЦА в момент времени  $T_2$ .
- $D_3$  — дистанция между ОИ и ЦА в момент времени  $T_3$ .

## 4. Функциональные требования к САЭТ

САЭТ должна обеспечивать выполнение следующих функций:

- Предупреждение о возможном столкновении;
- Создание замедления для исключения или смягчения

последствий возможного столкновения или наезда.

САЭТ также может выполнять функции, включая, но не ограничиваясь перечисленными ниже:

Определение наличия на траектории движения (только при движении вперед) подвижного и/или неподвижного транспортного средства (препятствия);

- Определение скорости автомобиля, на котором установлена САЭТ;
- Определение расстояния между автомобилем и обнаруженным препятствием и относительной скорости сближения;
- Активация и регулирование тормозного управления автомобиля независимо от того, тормозит водитель или нет;
- Управление сигналами торможения автомобиля;
- Осуществление помощи водителю в области тормозного управления, не ограничивая действия водителя при возможном перестроении в соседнюю полосу движения («ассистент торможения»);
- Предоставление водителю возможности наращивать замедление автомобиля вплоть до максимально возможного после активации функций САЭТ по управлению тормозной системой ТС;
- Корректировка работы (адаптация) системы в зависимости от дорожных и погодных условий.



## 5. Проверка основных функций САЭТ

Для проверки основных функций САЭТ, которые определяют общую эффективность действия системы, предусмотрен набор испытаний. Испытания являются продольными, то есть непосредственно во время испытательного заезда ОИ движется по прямолинейной траектории с постоянной скоростью. В качестве «цели» используется ЦА в неподвижном состоянии.

### 5.1. Предварительные испытания

Предварительные испытания проводятся для определения факта срабатывания САЭТ и выбора диапазона скоростей для проведения функциональных испытаний.

Настоящая методика предусматривает испытание функциональных возможностей САЭТ с неподвижной ЦА, установленной с нулевым боковым смещением  $E_{lat}$  (п. 2).

ОИ движется в сторону ЦА с постоянной скоростью. Водитель не принимает мер к снижению скорости, положение органов управления скоростью остается постоянным. Для исключения на этом этапе испытаний контакта с Целью, водитель совершает маневр объезда ЦА на минимально возможном расстоянии между ОИ и ЦА.

Заезды проводятся на сухом асфальтобетонном покрытии при условиях освещенности «День» и «Ночь».

Заезды начинаются при скорости ( $V_{test.veh}$ ) 30 км/ч. В дальнейшем скорость ОИ последовательно увеличивается с шагом 5 км/ч вплоть до 90 км/ч. На каждой скорости проводится три заезда. Фиксируется наличие сигнала предупреждения о столкновении и срабатывание стоп-сигналов ОИ до начала маневра объезда «цели».

По результатам предварительных испытаний определяется диапазон скоростей, которые могут быть использованы при функциональных испытаниях. В диапазон скоростей, которые могут быть использованы при функциональных испытаниях, включаются скорости 30 км/ч, 35 км/ч, 40 км/ч, если при предварительных испытаниях наблюдалось срабатывание сигнала предупреждения о столкновении, и скорости от 45 км/ч до 90 км/ч, если при предварительных испытаниях наблюдалось срабатывание сигнала предупреждения о столкновении и стоп-сигналов. Диапазон

скоростей, которые могут быть использованы при функциональных испытаниях, определяется отдельно для условий освещенности «День» и «Ночь».

## 5.2. Функциональные испытания

Основные типы функциональных испытаний представлены в табл. 1.

Таблица 1.

**Типы функциональных испытаний**

Испытание	Условия освещенности	«Цель»	Скорость Объекта испытаний $V_{test.veh.}$ , км/ч	Дорожное покрытие
1	«День»	ЦА	По результатам предварительных тестов	Сухой асфальтобетон
2	«Ночь»	ЦА	По результатам предварительных тестов	Сухой асфальтобетон

### Испытание 1

Данное испытание (рис. 3) предусматривает испытание функциональных возможностей САЭТ. ЦА устанавливается на полосе движения ОИ с нулевым смещением ( $E_{lat} = 0\%$ ). После получения сигнала предупреждения о столкновении водитель не принимает мер к снижению скорости. Заезды проводятся на сухом асфальтобетоне при условиях освещенности «День».

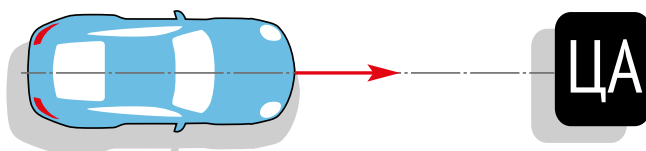


Рис. 3. Схема выполнения испытания 1

## Испытание 2

Данное испытание (рис. 3) предусматривает испытание функциональных возможностей САЭТ. ЦА устанавливается на полосе движения ОИ с нулевым смещением ( $E_{lat} = 0 \%$ ). После получения сигнала предупреждения о столкновении, водитель не принимает мер к снижению скорости. Заезды проводятся на сухом асфальтобетоне при условиях освещенности «Ночь» и включенном ближнем свете фар ОИ.

## 6. Регистрируемые параметры

Во время каждого испытательного заезда регистрируются следующие параметры и показатели объекта испытаний:

- время ( $t$ );
- пройденный путь ( $S$ );
- продольная скорость ( $V_{\text{test.veh.}}$ );
- продольное замедление ТС ( $j_x$ );
- географические координаты по данным GPS/ГЛОНАСС.
- момент подачи аудио, визуального или тактильного сигнала предупреждения о столкновении;
- момент включения сигналов торможения;
- скорость ОИ в момент касания ЦА;
- усилие на педали тормоза;
- расстояние от ОИ до ЦА после остановки.

Помимо параметрической записи, рекомендуется запись не менее чем на три видеокамеры. Одна видеокамера находится в салоне и фиксирует моменты подачи аудио и/или визуального сигнала о срабатывании системы предупреждения о возможном столкновении, две остальных — на испытательном участке (рис. 4). Внешние видеокамеры фиксируют момент включения сигналов торможения, момент возможного касания ОИ и ЦА или момент остановки ОИ до касания с ЦА.

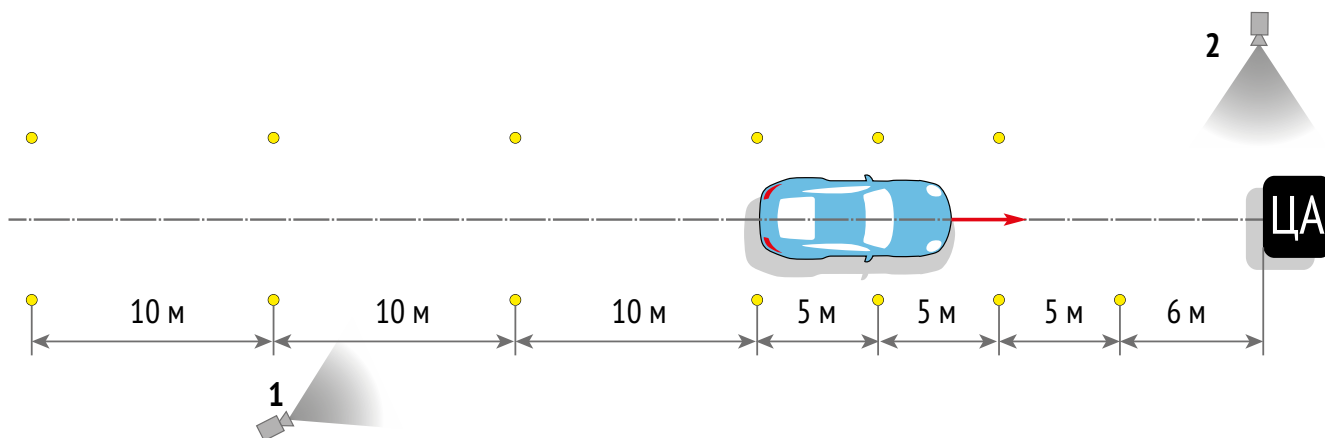


Рис. 4. Размещение внешних видеокамер

В случае отсутствия видеокамер или отсутствия возможности должным образом синхронизировать сделанные ими записи с основной параметрической записью движения ОИ с точностью до 0,1 с, должна быть обеспечена иная возможность определения с той же точностью времени подачи аудио- и/или визуального сигнала предупреждения о столкновении и времени включения сигналов торможения.

## 7. Испытательное оборудование

### 7.1. Испытательный участок

- Испытания проводятся на ровном горизонтальном участке с асфальтобетонным покрытием. Ширина одной полосы движения составляет  $3,5 \pm 0,25$  м. Разграничение полос движения осуществляется при помощи сигнальных конусов.
- Разметка участка испытаний осуществляется сигнальными конусами, ограничивающими ширину коридора движения в зависимости от габаритной ширины ОИ по колесам на высоте 150 мм от опорной поверхности. Ширина коридора определяется как габаритная ширина ОИ + 0,5 м.
- Не допускается проведение испытательных заездов под пересекающими траекторию ОИ мостами, эстакадами и т. д.
- Не допускается смена испытательного участка в рамках проведения испытания данного ОИ.

Перед началом испытаний необходимо оценить коэффициент сцепления покрытия испытательного участка по величине максимального замедления ОИ. Проводится серия из трех торможений со скорости 60 км/ч. Усилие на педали должно привести к срабатыванию АБС в непрерывном циклическом режиме. Максимально возможное замедление определяется как средняя величина установившихся замедлений по трем заездам в диапазоне снижения скорости движения с 45 км/ч до 15 км/ч.

### 7.2. Цель-Автомобиль (ЦА)

Цель-Автомобиль, применяемая в испытаниях САЭТ, должна соответствовать стандарту ISO 19206-1.

## 8. Подготовка объекта испытаний

- ОИ должен быть технически исправным, укомплектованным и обкатанным в соответствии с инструкцией по эксплуатации.
- Перед началом испытательных заездов определяется масса автомобиля с установленным измерительным оборудованием. Также в протокол испытаний вносится вес водителя-испытателя.
- Агрегаты трансмиссии и ходовой части транспортного средства должны быть прогреты путем безостановочного движения на протяжении не менее 20 мин со скоростью  $0,8-0,9 V_{\max}$ , но не выше 100 км/ч.
- Непосредственно перед началом испытаний выполняются три остановки с 60 км/ч со средним замедлением от 5 до 6 м/с<sup>2</sup>. Это же следует повторять в случаях, если интервалы между испытательными заездами превысили 15 минут.
- Перед началом испытаний необходимо привести систему САЭТ в работоспособное состояние в соответствии с инструкцией изготовителя. Сигналы о неисправности системы САЭТ должны отсутствовать. Если САЭТ имеет различные режимы работы, то выбирается режим, соответствующий наиболее раннему предупреждению о возможном столкновении.

## 9. Условия проведения испытаний

- Испытания проводятся при температуре окружающей среды от -20 °С до +40 °С.
- Не допускается проведение испытаний во время осадков и скорости ветра, превышающей 4 м/с.
- Направление испытательных заездов выбирается таким образом, чтобы исключить ситуации, когда солнечные лучи направлены навстречу движущемуся ОИ.
- Метеорологические условия фиксируются непосредственно перед началом испытаний. Измеряются и заносятся в протокол следующие показатели:
  - температура воздуха, °С;
  - температура дорожного покрытия, °С;
  - скорость ветра в м/с и его направление;
  - освещенность, лк.
- Объект испытаний должен быть в снаряженном состоянии, оснащен необходимой измерительной и регистрирующей аппаратурой. В салоне автомобиля допускается нахождение водителя-испытателя или водителя-испытателя и ассистента на переднем пассажирском сиденье.



## 10. Порядок проведения испытательных заездов

1. ОИ и ЦА находится на исходной позиции и неподвижны.
2. Водитель-испытатель включает измерительное и регистрирующее оборудование, находящееся на борту ОИ. Ассистенты включают внешние и внутренние видеокамеры (или заменяющее их регистрирующее оборудование).
3. Водитель-испытатель производит разгон ОИ до предписанной скорости и движется с этой скоростью по направлению ЦЕА к ЦА. Использование круиз-контроля и прочих бортовых устройств, позволяющих автоматически поддерживать заданную скорость, не допускается. Предписанная скорость должна быть достигнута не менее чем за 120 м до ЦА. После предупреждения о возможном столкновении водитель-испытатель не предпринимает мер к снижению скорости.
4. На каждой скорости проводится три заезда. При столкновении ОИ с ЦА со скоростью не более 30 км/ч (в момент соприкосновения ОИ и ЦА), проводятся дополнительные два заезда на данной начальной скорости. При столкновении с ЦА на скорости свыше 30 км/ч испытания прекращаются.
5. Допустимое отклонение фактической скорости от заданной —  $\pm 2$  км/ч.

## 11. Обработка и анализ результатов испытаний

По результатам каждого испытательного заезда строятся зависимости от времени:

- скорости движения ОИ и скорости вращения одного из передних колес (опционально);
- усилия на педали тормоза;
- продольного замедления;
- угла поворота рулевого колеса (опционально);
- расстояния от ОИ до ЦА (D).

Отсчет времени (нулевое значение времени) на графике должен начинаться с момента активации функции «Предупреждение о возможном столкновении» (момент срабатывания аудио- и/или визуального и/или тактильного сигнала предупреждения о возможном столкновении). Нулевое значение на шкале расстояний соответствует моменту касания ОИ и ЦА.

На графиках отмечаются следующие события:

- время ( $T_2$ ) – время подачи аудиовизуального сигнала предупреждения о столкновении;
- продольная скорость объекта испытаний ( $V_{\text{test.veh.2}}$ ) в момент времени  $T_2$ ;
- дистанция ( $D_2$ ) между ОИ и ЦА в момент времени  $T_2$  (дистанция определяется по координатам глобальной системы позиционирования);
- скорость объекта испытаний ( $V_{\text{test.veh.3}}$ ) в момент касания ОИ ЦА, если таковое произошло. В случае отсутствия касания  $V_{\text{test.veh.3}}=0$ .

Пример построенной зависимости приведен на рис. 5.

Условные обозначения, применяемые на графике:



— момент ( $T_2$ ) срабатывания аудио, визуального или тактильного сигнала предупреждения о столкновении;



— момент включения сигналов торможения на ОИ;



— момент ( $T_3$ ) столкновения ОИ с ЦА;



— остановка ОИ без касания ЦА.

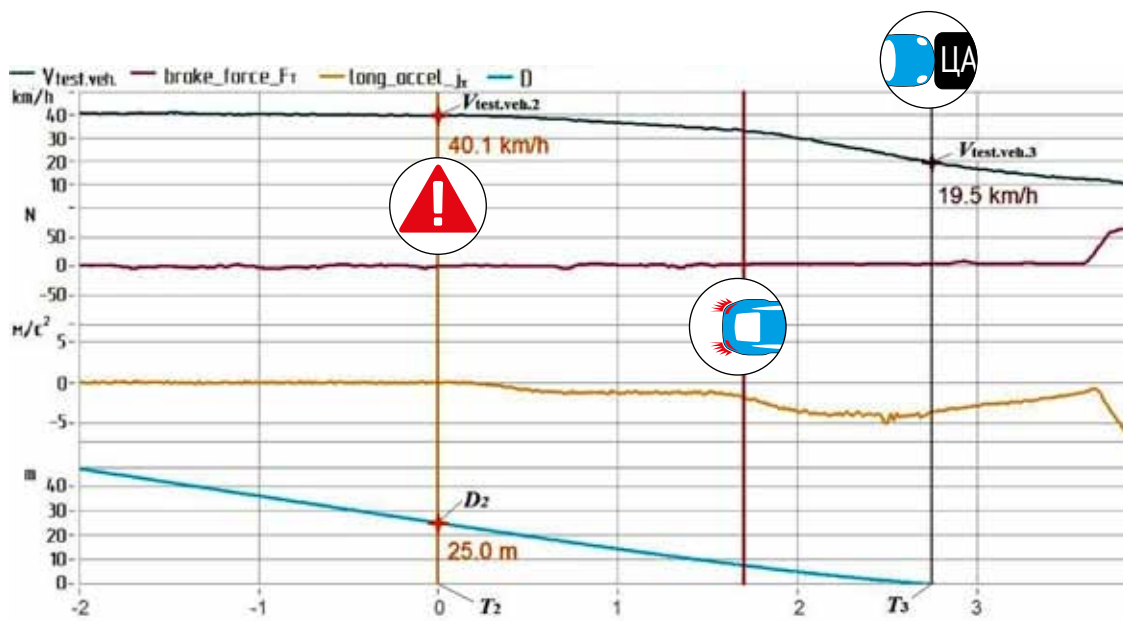


Рис. 5. Пример построенной зависимости

## 12. Определение эффективности действия САЭТ

Определение эффективности действия САЭТ производится на основе анализа предельной начальной скорости, на которой не произошло столкновение объекта испытаний с ЦА или скорость столкновения не превышала 4 км/ч. Предельная начальная скорость — это наибольшая начальная скорость заездов, при которой в трех заездах из трех не было контакта ОИ с ЦА или в четырех заездах из пяти скорость столкновения не превышала 4 км/ч.

Итоговая оценка эффективности действия САЭТ определяется как сумма предельных скоростей, полученных по результатам Испытания 1 и Испытания 2. Максимально возможное количество баллов равно 180. Если в Испытании 1 и/или в Испытании 2 САЭТ оказалась не эффективной при любой начальной скорости заезда, количество баллов в этом (этих) Испытаниях приравнивается нулю.