

УДК 629.3.02

АНАЛИЗ НОВЫХ ТИПОВ ИСПЫТАНИЙ САЭТ В РАМКАХ РЕЙТИНГА EURO NCAP (2020 г.)

Сидорова Полина Александровна, магистрант,
МАДИ, Россия, 125319, Москва, Ленинградский пр., polza567@mail.ru

Попов Николай Викторович, канд. техн. наук, доц.,
МАДИ, Россия, 125319, Москва, Ленинградский пр. niko-popov@yandex.ru

Аннотация. В статье анализируется программа испытаний САЭТ в 2020 году в рамках независимого рейтинга безопасности новых автомобилей Euro NCAP. Рассматриваются испытания САЭТ с функциями предотвращения столкновений с пешеходами и велосипедистами. Представлены новые испытательные сценарии САЭТ при повороте автомобиля навстречу переходящему дорогу пешеходу, при движении автомобиля задним ходом, при выезде велосипедиста из не просматриваемых зон. Расчёт итоговой оценки САЭТ с 2020 года ведётся с учётом коэффициента весомости каждого типа испытаний. Приводится анализ условий проведения испытательных заездов.

Ключевые слова: САЭТ, автоматическое торможение, рейтинг Euro NCAP, испытания автомобиля.

ANALYSIS OF NEW TEST SET IN THE FRAMEWORK OF EURONCAP RATING (2020 year)

Sidorova Polina A., undergraduate,
MADI, 64, Leningradsky Prosp., Moscow, 125319, Russia, polza567@mail.ru

Popov Nikolay V., associate professor,
MADI, 64, Leningradsky Prosp., Moscow, 125319, Russia, niko-popov@yandex.ru

Abstract. The article analyzes the SAET test program in 2020 as part of the independent safety rating of new cars Euro NCAP. Tests of SAET with functions of collision prevention with pedestrians and cyclists are considered. New test scenarios of SAET are presented when the car turns towards a pedestrian crossing the road, when the car is moving in reverse, when the cyclist leaves areas that are not visible. Starting from 2020, the final evaluation of the SITE is calculated taking into account the weighting coefficient of each type of test. An analysis of the conditions for testing runs is given.

Key words: SAET, automatic braking, Euro NCAP rating, vehicle testing.

Введение

Электронные системы помощи водителю активно внедряются в конструкцию современных автомобилей [1-4]. Эффективность действия подобных электронных систем может определяться методом дорожных (полигонных) испытаниях [5]. Разработка систем автоматического экстренного торможения (САЭТ) потребовала развития соответствующих методик тестирования [6-7].

Наиболее известными и проработанными являются методики испытания САЭТ, выполняемые в рамках рейтинга Euro NCAP. Тестирование САЭТ по программе Euro NCAP проводится с 2014 года и подразумевает проверку эффективности действия в различных типовых дорожных ситуациях [8]. С января 2016 года были добавлены проверки функции САЭТ предотвращения наезда на пешеходов, а с 2018 года – и на велосипедистов.

Начиная с 2020 года испытания САЭТ с функциями предотвращения наезда на пешеходов и велосипедистов будут проводиться по тестовому протоколу 3.0.2. Итоговая оценка будет выставляться в соответствии с протоколом 10.0.2 и представляет сумму баллов, начисленных по результатам испытаний отдельных функций САЭТ.

Типы испытаний (испытательные сценарии)

В протоколе 3.0.2 (TEST PROTOCOL – AEB VRU systems) классифицировано несколько типов столкновений автомобиля с пешеходами и велосипедистами, характерных для городских условий дорожного движения:

CPFA-50 – испытание, в котором контакт испытываемого автомобиля (VUT – Vehicle under test) с макетом взрослого пешехода (EPТа – Euro NCAP Pedestrian Target) может произойти в точке, составляющей 50% ширины фронтальной части. ЕРТа пересекает путь

движения автомобиля поперечно с противоположной стороны дороги, торможение не применяется.

CPNA-25 – испытание, в котором контакт автомобиля с ЕРТа может произойти в точке, составляющей 25% ширины фронтальной части. Макет пешехода пересекает путь движения автомобиля поперечно с попутной стороны дороги, торможение не применяется.

CPNA-75 – испытание, в котором контакт автомобиля с ЕРТа может произойти в точке, составляющей 75% ширины фронтальной части. с ЕРТа пересекает путь движения автомобиля поперечно с попутной стороны дороги, торможение не применяется.

CPNC-50 – испытание, в котором контакт автомобиля с макетом пешехода-ребенка (ЕРТс – Euro NCAP Child Target) может произойти в точке, составляющей 50% ширины фронтальной части. ЕРТс пересекает путь движения автомобиля поперечно с попутной стороны дороги, торможение не применяется;

CPLA-25 – испытание, в котором контакт автомобиля с ЕРТа может произойти в точке, составляющей 25% ширины фронтальной части. ЕРТа перемещается попутно движению автомобиля по пешеходной дорожке. Торможение не применяется или иницируется процедура объезда препятствия после оповещения системы предупреждения;

CPLA-50 – испытание, в котором контакт автомобиля с ЕРТа может произойти в точке, составляющей 50% ширины фронтальной части. ЕРТа перемещается попутно движению автомобиля по пешеходной дорожке, торможение не применяется.

CBNA-50 – испытание, в котором контакт автомобиля с велосипедистом (ЕВТ – Euro NCAP Bicyclist and bike Target) может произойти фронтальной частью. ЕВТ пересекает путь движения автомобиля поперечно с попутной стороны дороги, торможение не применяется.

CBLA-25 – испытание, в котором контакт автомобиля с ЕВТ может произойти в точке, составляющей 25% ширины фронтальной части. ЕВТ перемещается попутно движению автомобиля по велосипедной дорожке. Торможение не применяется или инициируется процедура объезда препятствия после оповещения системы предупреждения.

CBLA-50 – испытание, в котором контакт автомобиля с ЕВТ может произойти в точке, составляющей 50% ширины фронтальной части. ЕВТ перемещается попутно движению автомобиля по велосипедной дорожке. Торможение не применяется.

Иллюстрации перечисленных выше испытаний представлены в [1, 2].

Из дополнительных испытательных сценариев с 2020 г. представлены следующие:

СРТА-50 – испытание, в котором контакт ЕРТа с автомобилем может произойти в точке, составляющей 50% ширины фронтальной части. Автомобиль поворачивает направо или налево перед ЕРТа, переходящим дорогу. Торможение не применяется (рис. 1).

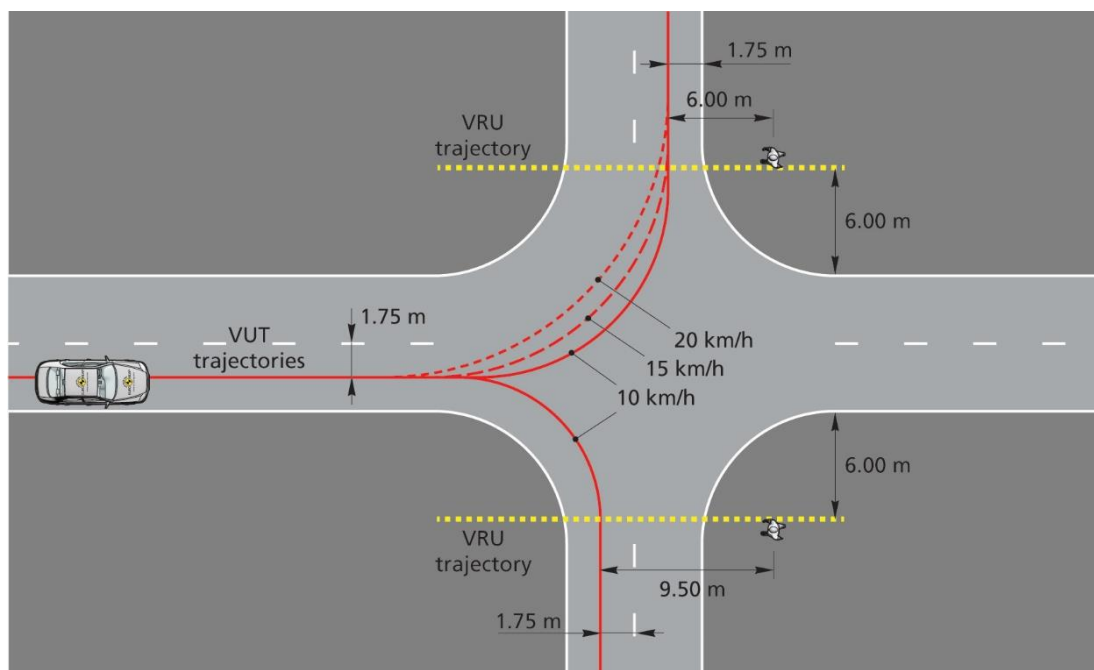


Рис. 1. Иллюстрация испытания СРТА-50

CPRA-50 – испытание, в котором контакт ЕРТа с автомобилем может произойти в точке, составляющей 50% ширины задней части. ЕРТа пересекает траекторию движущегося задним ходом автомобиля (рис. 2а).

CPRA-s – испытание, в котором контакт ЕРТа с автомобилем может произойти в точке, составляющей 25, 50 и 75% ширины задней части. ЕРТа стоит неподвижно относительно движущегося задним ходом автомобиля (рис. 2б).

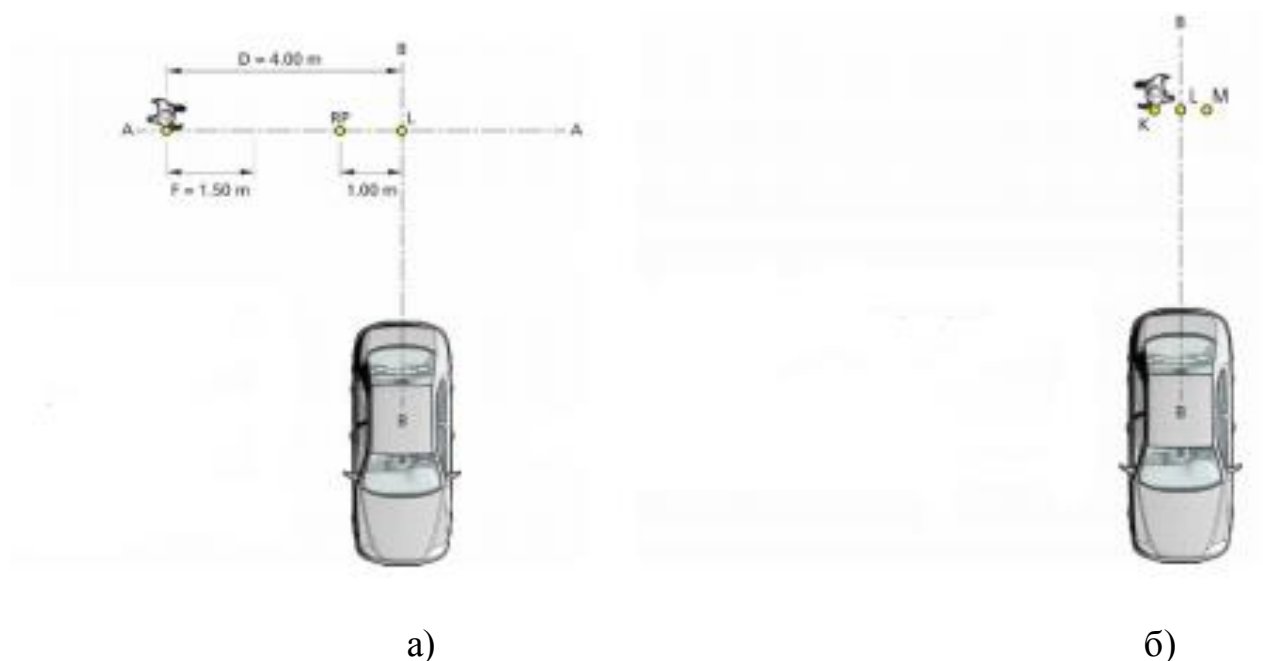


Рис. 2. Иллюстрация испытания CPRA-50 (а) и CPRA-s (б)

CBNAO-50 – испытание, в котором контакт ЕВТ с автомобилем может произойти в точке, составляющей 50% ширины фронтальной части. Автомобиль движется вперед по направлению к макету велосипедиста, пересекающему его путь с правой стороны из-за препятствия на расстоянии от него 4,80 метра. Торможение не применяется (рис. 3).

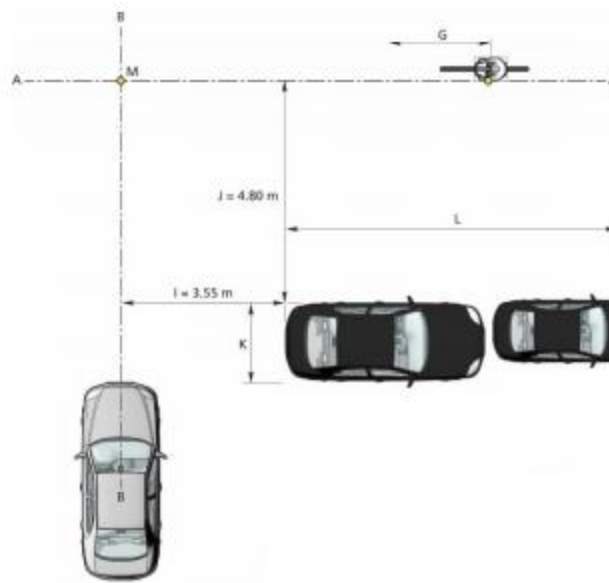


Рис. 3. Иллюстрация испытания CBNAO

CBFA-50 – испытание, в котором контакт ЕВТ с автомобилем может произойти в точке, составляющей 50% ширины фронтальной части. Автомобиль движется вперед по направлению к макету велосипедиста, выезжающему из не просматриваемой зоны с левой стороны относительно движения автомобиля. Торможение не применяется (рис.4).

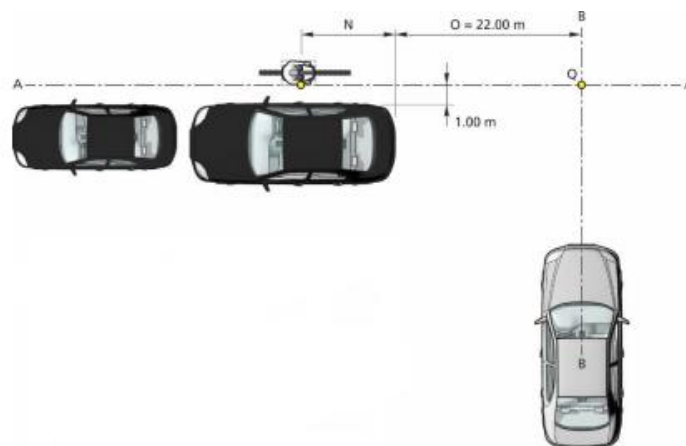


Рис. 4. Иллюстрация испытания CBFA

Испытания проводятся в соответствии с табл. 1. Шаг изменения скорости автомобиля в испытаниях CPFA, CPNA, CPNC, CPLA составляет 5 км/ч. Голубым цветом в табл. 1 выделены дополнительные испытания с 2020 года.

Таблица 1

Параметры проведения испытаний

	«Цель» – Пешеход								
	CPFA	CPNA	CPNC	CPTA		CPRA		CPLA	
Испытание функции САЭТ	AEB			AEB		AEB		AEB	FCW
Скорость автомобиля, км/ч	10, 15, 20-60			10, 15, 20*	10**	4, 8		20-60	50-80
Скорость цели, км/ч	8	5		5		0	5	5	
Освещенность участка	Дневное	Дневное и ночное	Дневное	Дневное			Дневное и ночное		
Свет фар на автомобиле	–	Ближний	–	–			Дальний		
Наличие искусственного освещения	–	Имеется	–	–			Отсутствует		
	«Цель» – Велосипед								
	CBNA		CBFA		CBLA			CBLA	
Тип испытания	AEB		AEB		AEB			FCW	
Скорость автомобиля, км/ч	10, 15, 20-60		10-60		25-60			50-80	
Скорость цели, км/ч	15	10	20		15			20	
Освещенность участка	Дневное		Дневное		Дневное			Дневное	

Примечание: * – при повороте налево; ** – при повороте направо

Новые испытательные сценарии безусловно имеют высокую ценность с точки зрения анализа работы САЭТ в подобных типичных дорожных ситуациях. Однако это увеличивает и без того немалую программу испытаний.

Анализ условий проведения испытаний

Испытания проводятся на сухой (без видимой влаги на поверхности) ровной асфальтобетонной поверхности с минимальным коэффициентом сцепления 0,9.

Общий вид от испытательной площадки должен состоять из элементов естественной среды.

Температура воздуха должна находиться в пределах от 5°C до 40°C. Не должно быть осадков. Горизонтальная видимость на уровне земли должна быть больше 1 км. Для испытаний в дневное время естественное

окружающее освещение должно быть однородным в зоне испытательной площадки и превышать 2000 люкс.

В настройках САЭТ уровень поступления оповещения о возможном столкновении должен быть установлен в положение «Среднее».

Следует отметить, что во всем большом многообразии испытательных сценариев, не реализуются условия проведения заездов, соответствующие ночному освещению с включенным ближним светом фар на автомобиле.

Также все заезды проходят в условиях хорошего сцепления колес автомобиля с опорной поверхностью. Однако наиболее вероятно помощь водителю от САЭТ будет требоваться при движении в условиях плохой видимости и на скользких дорогах (темное время суток, снег, дождь, туман, гололед и т.п.). Что будет происходить с органами технического зрения в таких условиях тоже не понятно и не проверяется при испытаниях.

Оценка эффективности действия САЭТ

Итоговая оценка САЭТ с функциями распознавания пешеходов и велосипедистов рассчитывается по протоколу 10.0.2 (ASSESSMENT PROTOCOL – VULNERABLE ROAD USER PROTECTION). Итоговая оценка представляет сумму баллов, начисленных по результатам испытаний отдельных функций САЭТ: функции автоматического торможения перед целью АЕВ и функции предупреждения о возможном столкновении с целью FCW.

В основе критерия эффективности действия функции АЕВ лежит относительная скорость столкновения автомобиля с «целью». При скорости объекта испытаний до 40 км/ч включительно зачетные баллы из табл. 2, 3 начисляются по следующей формуле:

$$\text{Оценка}_{\text{тест. скор.}} = ((V_{\text{тест}} - V_{\text{уд}})/V_{\text{тест}}) \times \text{баллы}_{\text{тест. скор.}},$$

где $V_{\text{тест}}$ – скорость испытуемого автомобиля, $V_{\text{уд}}$ – измеренная относительная скорость столкновения автомобиля с целью.

Таблица 2

Оценка эффективности действия САЭТ («Цель» – Пешеход)

Скорость автомобиля	Дневное освещение										Ночное освещение			
	CPFA	CPNA		CPNC	CPLA		CPTA		CPRA		CPNA		CPLA	
	50 %	25 %	75 %	50 %	50 %	25 %	Поворот налево	Поворот направо	Стоит	Двигается	25 %	75 %	50 %	25 %
4 км/ч									1.000	1.000				
8 км/ч									1.000	1.000				
10 км/ч	1.000	1.000	1.000	1.000			1.000	1.000			1.000	1.000		
15 км/ч	1.000	1.000	1.000	1.000			1.000				1.000	1.000		
20 км/ч	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000		1.000				1.000	1.000	1.000	
25 км/ч	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000						1.000	1.000	1.000	
30 км/ч	2.000	2.000	2.000	2.000	1.000						1.000	1.000	1.000	
35 км/ч	3.000	3.000	3.000	3.000	2.000						2.000	2.000	2.000	
40 км/ч	3.000	3.000	3.000	3.000	2.000						2.000	2.000	2.000	
45 км/ч	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000						3.000	3.000	3.000	
50 км/ч	2.000	2.000	2.000	2.000	3.000	3.000					3.000	3.000	3.000	3.000
55 км/ч	2.000	2.000	2.000	2.000	3.000	3.000					3.000	3.000	3.000	3.000
60 км/ч	1.000	1.000	1.000	1.000	2.000	2.000					2.000	2.000	2.000	2.000
65 км/ч						1.000								1.000
70 км/ч						1.000								1.000
75 км/ч						1.000								1.000
80 км/ч						1.000								1.000
Всего баллов	20.000	20.000	20.000	20.000	30.000		4.000		2.000	2.000	20.000	20.000	30.000	
Коэффициент весомости испытания	0.500	0.250	0.250	1.000	1.000		1.000		1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	

Таблица 3

Оценка эффективности действия САЭТ («Цель» – Велосипед)

Скорость автомобиля	CBFA	CBNA	CBNAO	CBLA	
10 км/ч	1.000	1.000	1.000		
15 км/ч	1.000	1.000	1.000		
20 км/ч	1.000	1.000	1.000		
25 км/ч	1.000	1.000	1.000	1.000	
30 км/ч	1.000	1.000	1.000	1.000	
35 км/ч	1.000	1.000	1.000	2.000	
40 км/ч	1.000	1.000	1.000	2.000	
45 км/ч	1.000	1.000	1.000	3.000	
50 км/ч	1.000	1.000	1.000	3.000	3.000
55 км/ч	1.000	1.000	1.000	3.000	3.000
60 км/ч	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
65 км/ч					1.000
70 км/ч					1.000
75 км/ч					1.000
80 км/ч					1.000
Всего баллов	11.000	11.000	11.000	27.000	
Коэффициент весомости испытания	3.000	1.500	1.500	3.000	

При скорости объекта испытаний выше 40 км/ч баллы начисляются в случае снижения скорости более чем на 20 км/ч в результате автоматического торможения САЭТ.

Оценка функции FCW проводится для сценариев CPLA и CBLA. Критерием является параметр TTC (Time To Collision – время до столкновения). Параметр TTC соответствует времени, через которое произойдет столкновение объекта испытаний с «целью» при условии, что их скорости останутся неизменными. Зачетные баллы для каждого испытания начисляются в соответствии с таблицами 2 и 3, если параметр TTC больше 1,70 с.

Общее число заработанных баллов по всем испытательным заездам конкретного сценария соотносится с максимально возможным числом баллов за все испытательные заезды подобного вида. С учетом коэффициента весомости испытания (в табл. 2, 3 выделен голубым фоном) определяется общая итоговая сумма набранных баллов по (1):

$$\text{Итоговая оценка} = \sum_{i=1}^n \frac{\text{Количество баллов по сценарию}_i \times \text{Козф. весомости}_i}{\text{Максимальное количество баллов по сценарию}_i} \quad (1)$$

Итоговая оценка эффективности действия САЭТ выставляется отдельно по испытаниям с «целью» – Пешеход (AEB Pedestrian) и «целью» – Велосипедист (AEB Cyclist).

Уровень оценок AEB Pedestrian и AEB Cyclist представлен в табл. 4.

Таблица 4

Уровень оценки эффективности действия САЭТ

Итоговая оценка	Результат	Цвет
6,751...9,000 баллов	Хорошо (Отлично)	Зелёный
4,501...6,750 баллов	Адекватно (Хорошо)	Жёлтый
2,251...4.500 баллов	Погранично (Удовлетворительно)	Оранжевый
0,001...2,250 баллов	Слабо (Не удовлетворительно)	Коричневый
0,000 баллов	Плохо (Очень плохо)	Красный

Заключение

В новой редакции протокола добавлены следующие испытания: CPТА-50, CPRA-50, CPRA-s, CBNAO-50, CBFA-50, а также расширен диапазон испытательных скоростей для сценариев CPFA, CPNA, CPNC, CBNA.

Испытания по методике Euro NCAP проводятся в условиях хорошей освещённости и при сухом состоянии дорожного полотна. Такие условия не отражают реальное положение дел на автомобильных дорогах России на протяжении длительного зимнего периода.

Расчета итоговой оценки эффективности действия САЭТ ведется с учётом коэффициента весомости каждого испытательного сценария.

Определение итоговой оценки эффективности САЭТ по Euro NCAP представляет собой трудоемкий и сложный процесс.

Корректировка методики испытаний применительно к российским условиям эксплуатации позволит получить более точную оценку эффективности действия САЭТ автомобилей.

Список литературы

1. Интеллектуальные системы помощи водителю. Технические требования и методы испытаний: учеб. пособие / А.М. Иванов, С.Р. Кристальный, Н.В. Попов, С.С. Шадрин. – М.: МАДИ, 2019. – 100 с.

2. Иванов, А.М. Системы автоматического экстренного торможения: монография / А.М. Иванов, С.Р. Кристальный, Н.В. Попов. – М.: МАДИ, 2018. – 180 с.
3. Малиновский, М.П. Предпосылки к разработке современных систем предупреждающего и автономного управления движением / М.П. Малиновский // Труды НАМИ. – 2017. – № 1 (268). – С. 53-59.
4. Гайсин, С.В. Развитие интеллектуальных систем помощи водителю (ADAS) в Российской Федерации / С.В. Гайсин, С.В. Бахмутов, Д.В. Ендачёв, Н.П. Мезенцев // Труды НАМИ. – 2016. – № 265. – С. 6-12.
5. Испытания колёсных транспортных средств: учебное пособие / А.М. Иванов, С.Р. Кристальный, Н.В. Попов, А.Р. Спинов. – М.: МАДИ, 2018. – 124 с.
6. Методики тестирования автоматизированных систем управления автомобилем / В.М. Приходько, А.М. Иванов, В.Б. Борисевич, С.С. Шадрин // Вестник МАДИ. – 2017. – № 4 (51). – С. 10-15.
7. Иванов, А.М. Новые методы испытаний систем автоматического экстренного торможения и опыт их применения / А.М. Иванов, С.Р. Кристальный, Н.В. Попов, М.А. Топорков, М.И. Исакова // Труды НГТУ им. Р.Е. Алексеева. – 2018. – № 2 (121). – С. 146-155.
8. Vulnerable Road User (VRU) Protection <https://www.euroncap.com/en/for-engineers/protocols/vulnerable-road-user-vru-protection/>

References

1. Ivanov A.M., Kristal'nyj S.R., Popov N.V., SHadrin S.S. *Intellektual'nye sistemy pomoshchi voditelyu. Tekhnicheskie trebovaniya i metody ispytaniy* (Intelligent driver assistance systems. Technical requirements and test methods), Moscow, MADI, 2019, 100 p.
2. Ivanov A.M., Kristal'nyj S.R., Popov N.V. *Sistemy avtomaticheskogo ekstrennogo tormozheniya* (Automatic emergency braking systems), Moscow, MADI, 2018, 180 p.
3. Malinovskij M.P. *Trudy NAMI*, 2017, no. 1 (268), pp. 53-59.
4. Gajsin S.V., Bahmutov S.V., Endachyov D.V., Mezencev N.P. *Trudy NAMI*, 2016, no. 265, pp. 6-12.
5. Ivanov A.M., Kristal'nyj S.R., Popov N.V., Spinov A.R. *Ispytaniya kolyosnyh transportnyh sredstv* (Tests of wheeled vehicles), Moscow, MADI, 2018, 124 p.
6. Prihod'ko V.M., Ivanov A.M., Borisevich V.B., SHadrin S.S. *Vestnik MADI*, 2017, no. 4 (51), pp. 10-15.
7. Ivanov A.M., Kristal'nyj S.R., Popov N.V., Toporkov M.A., Isakova M.I. *Trudy NGTU im. R.E. Alekseeva*, 2018, no. 2 (121), pp. 146-155.
8. Vulnerable Road User (VRU) Protection <https://www.euroncap.com/en/for-engineers/protocols/vulnerable-road-user-vru-protection/> (15.02.20)

Рецензент: Ду Арман, канд. техн. наук, доц., МАДИ