

Федеральное агентство по образованию РФ
Владивостокский государственный университет
экономики и сервиса

С.А. ОСТРЕНКО

**БИОМЕХАНИКА
ДОРОЖНО-ТРАНСПОРТНЫХ
ПРОИСШЕСТВИЙ**

Учебное пособие
по специальности
190702 «Организация и безопасность движения
(Автомобильный транспорт)»

Владивосток
Издательство ВГУЭС
2009

ББК 39.808.020.3

О 76

Рецензенты: В.В. Пермяков, канд. техн. наук,
профессор;

В.Ф. Юхименко, канд. техн. наук,
доцент

Остренко С.А.

О 76 **БИОМЕХАНИКА ДОРОЖНО-ТРАНСПОРТНЫХ
ПРОИСШЕСТВИЙ:** учеб. пособие. – Владивосток:
Изд-во ВГУЭС, 2009. – 156 с.

Пособие разработано в соответствии с программой курса, а также требованиями образовательного стандарта России. Изложены цели и задачи теории пассивной безопасности; технические требования и методы испытаний, применяемые при сертификации транспортных средств. Рассмотрены результаты исследований механизмов травмирования и кинематики (динамики) человека в автомобиле при основных типах дорожно-транспортных происшествий, материалы, касающиеся современных нормативов активной и пассивной безопасности автотранспортных средств.

Предназначено студентам специальности 190702 (240400.01) «Организация и безопасность движения (Автомобильный транспорт)».

ББК 39.808.020.3

Печатается по решению РИСО ВГУЭС

© Издательство Владивостокский
государственный университет
экономики и сервиса, 2009

ВВЕДЕНИЕ

Взаимодействие, взаимное согласование возможностей человека и техники является одной из важнейших проблем современной аксидентологии – науки об авариях, их причинах, последствиях и о том, как аварии предотвращать (accident – авария, несчастный случай).

Эргономическая биомеханика изучает механическое взаимодействие человека с окружающей его предметной средой с целью ее оптимизации. Непрерывный рост интенсивности движения и потерь общества от дорожно-транспортных происшествий (ДТП) вызывает необходимость предусматривать комплекс мероприятий, обеспечивающих функционирование сложных транспортных систем в условиях ДТП с минимальной тяжестью последствий для участников движения.

Понятие «безопасность автомобиля» обычно подразделяют на активную и пассивную. Активная безопасность – все то, что в той или иной степени помогает избежать аварии: тормоза, управляемость, сцепные свойства шин и т.д. Сюда же относят электронно-механические системы: АБС, системы стабилизации и курсовой устойчивости, электронного распределения тормозных усилий... Подходя к активной безопасности, особенно к применению всевозможных «вспомогательных» систем, необходимо следовать такому правилу: *даже в «голом» виде, безо всякой электроники, автомобиль должен хорошо управляться и обвешиваться*. И только потом, для большей безопасности, машину «обвешивают» различными дополнительными системами.

Область изучения пассивной безопасности – биомеханические причины и механизмы травмирования человека с учетом их особенностей в различных условиях ДТП, а также конструктивные особенности и свойства транспортных средств, как элементов системы обеспечения безопасности дорожного движения.

Конечной целью исследований в области пассивной безопасности является создание на основе рационального использования возможностей человека и техники высокоэффективных транспортных систем, способных функционировать в условиях ДТП с минимальной тяжестью последствий для его участников.

Безопасность дорожного движения зависит от совокупности факторов, влияющих на психофизическое состояние водителя, на адекватность его действий, на своевременное получение им информации о дорожной обстановке и т.д. (превентивная безопасность). Здесь и эргономика, и обзорность, и микроклимат, и уровень шумов и вибраций... В последнее время находят применение системы, которые без участия водителя могут вмешаться в управление, чтобы предотвратить аварию (интерактивная безопасность). К ним, например, относят системы автоматического поддержания дистанции («адаптивный круиз-контроль»).

Тема 1. БИОМЕХАНИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ СУБЪЕКТОВ ДТП

Цель биомеханических исследований ДТП состоит в качественном и количественном системном анализе движений (перемещений) человека, проводимом для взаимного согласования его физических возможностей и современной техники в условиях ДТП, а также переносимости телом импульсных перегрузок (толерантности к ним).

Исходными характеристиками при проведении биомеханических исследований являются антропометрические характеристики человека, его поза в автомобиле и геометрические параметры салона автомобиля.

При изучении перемещений человека в автомобиле в условиях ДТП тело его рассматривают как биомеханическую систему, состоящую из цепей и звеньев с наложенными связями, определяющими характеристики движений. Считают, что биокинематические цепи тела состоят из следующих основных подвижно соединенных твердых звеньев: головы, туловища, бедра и голени. Перемещение человека изучают относительно недеформируемой части автомобиля и земли. В качестве базовой точки, характеризующей положение человека в автомобиле, принимают точку Н.

Изучение травм, получаемых человеком при ДТП, в клиническом и судебно-медицинском аспектах было начато в 20-х годах работниками медицинских учреждений. Однако только в 50-х годах с ростом потерь общества от ДТП стали появляться работы, обобщающие накопленные данные по дорожному травматизму. Исследователи пришли к выводу, что детальное изучение механизмов травмирования водителей и пассажиров не может быть осуществлено без учета условий и характера ДТП, т.е. тем самым была показана необходимость проведения комплексных исследований ДТП с участием сотрудников медицинских и автотранспортных учреждений. Такие комплексные исследования были проведены в 60–70-х годах в США, Англии, Франции, Швеции, ФРГ, Японии и в ряде других стран. ДТП подразделялись на четыре основных типа: фронтальные и боковые столкновения, наезд (удар) сзади и опрокидывание. В таблицах 1.1 и 1.2 представлена локализация травм водителей и пассажиров легковых, грузовых автомобилей и автобусов в зависимости от типа ДТП, полученные в результате этих исследований. Распределение водителей и пассажиров по повреждениям, определяющим тя-

жесть травмирования и вызванным соударением с элементами внутреннего оборудования автомобилей, показано в табл. 1.3 и 1.4.

Исследования локализации повреждений водителей и пассажиров в ДТП позволили выявить характерные травмы с учетом типа ДТП, типа автомобиля и месторасположения человека в нем, а также выделить части тела, характеризующие толерантность организма человека при ДТП.

Таблица 1.1

**Локализация травм водителей и пассажиров автобусов
в % от общего числа участников определенного типа ДТП**

Локализация травм	Столкновение				Опрокидывание			
	Л	Т	С	Всего	Л	Т	С	Всего
Голова	30,2	8,8	5,4	44,4	45,5	7,0	1,8	54,3
Грудь	6,8	3,7	2,5	13,0	10,5	1,8	–	12,3
Спина	2,0	2,0	–	4,0	7,0	–	–	7,0
Таз и живот	2,5	0,6	–	3,1	1,8	3,5	–	5,3
Руки	8,4	6,4	–	15,2	8,8	1,8	–	10,6
Ноги	12,9	7,4	–	20,3	7,0	3,5	–	10,5

Примечание: Л – легкие травмы, Т – тяжелые травмы, С – смертельные травмы.

Таблица 1.2

**Локализация травм водителей и пассажиров автомобилей
в % от общего числа пострадавших при определенном типе ДТП**

Локализация травм	Водитель				Пассажир на переднем сиденье				Пассажир на заднем сиденье		
	1	1г	2	3	1	1г	2	3	1	2	3
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Голова	37,4	48,3	25,8	23,1	42,3	51,6	28,2	23,4	26,7	34,9	21,0
Шея	2,9		4,1	21,5	2,9		6,0	20,0	6,7	4,2	20,5
Грудь	34,1	33,1	43,3	38,4	35,2	28,8	44,4	33,2	30,3	38,6	26,3

Окончание табл. 1.2.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Живот	6,8	26,8	9,2	3,8	7,1	16,9	10,5	6,7	7,3	11,1	5,3
Руки	21,6	24,5	28,8	15,4	12,9	22,7	30,8	16,7	16,4	23,4	21,0
Ноги	26,8	37,6	31,9	19,2	24,3	31,5	35,0	20,0	20,6	28,9	15,8

Примечание: 1 – при фронтальных столкновениях легковых автомобилей; 1г – при фронтальных столкновениях грузовых автомобилей; 2 – при боковых столкновениях легковых автомобилей; 3 – при наездах (ударах сзади) на легковой автомобиль.

Основными частями тела, определяющими толерантность человека, являются:

- при фронтальных столкновениях голова, грудь, коленно-бедренный комплекс (включая таз и тазовые органы) для всех типов автомобилей, независимо от месторасположения человека, и дополнительно для водителей грузовых автомобилей и автобусов нижняя часть туловища;
- при боковых столкновениях голова, а также частично боковые поверхности груди и конечностей;
- при ударах сзади голова с шейно-позвоночным соединением;
- при опрокидываниях голова.

У водителей и пассажиров грузовых автомобилей отмечена более высокая частота и тяжесть травмирования частей тела, определяющих толерантность организма.

Таблица 1.3

Травмоопасные элементы внутреннего оборудования автомобилей в % от общего числа пострадавших при определенном типе ДТП

Элементы конструкции	Водитель			Пассажир на переднем сиденье			Пассажир на заднем сиденье		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Рулевое управление	36,8	31,2	7,7	4,5	3,4	–	–	–	–
Ветровое стекло	18,7	14,1	3,8	23,0	14,5	13,2	0,6	–	–
Панель приборов и передняя стенка	33,2	48,5	34,2	32,4	30,8	26,6	0,6	–	–
Элементы крыши	4,9	–	–	3,4	–	–	3,6	–	5,3

Окончание табл. 1.3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Передняя стойка кузова	9,4	19,6	3,8	12,8	49,6	13,3	1,2	–	–
Боковые стойки и панели передних дверей	26,8	28,8	30,4	6,7	41,9	36,7	29,1	31,9	15,8
Сиденья	9,0	8,2	46,1	10,6	5,1	43,3	60,0	51,4	31,6
Панели задних дверей	–	–	–	–	–	–	21,8	40,3	52,6
Прочие элементы	4,1	1,7	2,9	9,7	6,6	7,2	1,8	11,0	10,5

Примечание. 1 – фронтальные столкновения; 2 – боковые; 3 – удары сзади.

Таблица 1.4

Травмоопасные элементы внутреннего оборудования автобусов

Наименование элементов	Относительное число травм в % от общего количества		
	При столкновении		При опрокидывании
	Водители	Пассажиры	Водители и пассажиры
1	2	3	4
Рулевое управление	52	–	–
Стойка ветрового стекла	6	–	–
Панели дверей	4	–	5,5
Спинки сидений	–	40	23
Деформированная обшивка салона	–	19,5	8
Перегородка кабины для водителя	–	9	–
Боковые стойки	–	7	20
Остекление салона (за исключением ветрового стекла)	–	2,5	

Окончание табл. 1.4

1	2	3	4
Стойки и поручни салона	–	9	13,5
Панель приборов	18	4	–
Ветровое стекло	10	4	–
Кассовый аппарат	–	5	–
Крыша салона	–	–	21
Другие элементы интерьера	10	–	9,5

Элементами интерьера, при соударении с которыми травмируется более 1/3 пострадавших при ДТП водителей и пассажиров, являются:

- *при фронтальных столкновениях* – рулевое управление (для водителей), ветровое стекло и его стойки, панель приборов, в т.ч. выступающие детали передней части салона, расположенные ниже уровня панели, спинки сидений (для пассажиров, сидящих сзади);

- *при боковых столкновениях* – внутренняя боковая часть несущих элементов кузова (панели, выступающие части дверей, боковых стоек и др.);

- *при опрокидываниях* – внутренние части несущих элементов кузова (кабины).

Результаты проведенных исследований ДТП, выполненный анализ биомеханики их основных типов и видов, а также дополнительные медико-анатомические исследования водителей и пассажиров с типичными травмами позволили определить основные факторы, определяющие тяжесть травмирования человека при ДТП, и представить механизмы наиболее характерных и частых травм водителей и пассажиров в следующем виде.

Фронтальное столкновение. Первоначально происходит удар областью коленных суставов в нижнюю часть панели приборов, впереди расположенные сиденья или другие элементы салона, находящиеся в зоне возможного удара коленным суставом, с возможным образованием переломов надколенника и разрывов связок коленных суставов. Далее ударный импульс воспринимается бедренными костями и тазобедренным суставом. При этом в зависимости от силы удара и величины изгиба коленного сустава, возникают переломы бедренной кости, вывихи ее головки с нарушением целостности вертлужной впадины и переломами бедренных костей в области шейки. Туловище при этом перемещается вперед. В зависимости от положения точки контакта колена-

ми относительно центра тяжести тела, а также мускульных сил, прикладываемых человеком при упоре нижними и верхними конечностями, туловище может совершать как плоско-параллельное поступательное, так и сложное вращательное движение относительно точки Н и точек контакта в коленной области. В результате контакта с рулевым управлением, панелью приборов, ветровым стеклом и другими элементами, расположенными в зоне возможного удара грудью и головой, возможно образование многочисленных переломов ребер (у водителей), переломов лицевой и мозговой части черепа с повреждением мозгового вещества. При этом переломы костей черепа имеют в основном направление "грудь – спина" и захватывают переднюю, среднюю, реже заднюю черепные ямы. Возможны повреждения тканей лица.

В процессе фазы упругого отскока тело человека может перемещаться назад на сиденье с образованием резкого перегиба в области шеи с дополнительным перемещением головы относительно спинки сиденья. Возможны при этом отрывы тел позвонков, разрывы связок шейного отдела позвоночника.

При использовании ремней безопасности механизмы травмирования при фронтальном столкновении имеют следующие особенности:

- значительно снижается вероятность и сила соударения тела с элементами автомобиля;
- исключается существенное перемещение головы и туловища вверх;
- могут возникать локальные повреждения тела в местах его контакта с ремнями безопасности.

Боковые столкновения. При боковых столкновениях наиболее характерны повреждения головы, плечевых суставов с ключицами, груди, реже костей таза со стороны места удара (при значительных деформациях боковой стенки кузова).

При этом характерно образование переломов теменно-височных областей черепа с переходом трещин на его основание. Травмы сопровождаются ушибами головного мозга, внутримозговыми подбололочечными кровоизлияниями. При ударах плечевыми суставами могут образоваться переломы ключиц, отростков лопаток, разрывы связок грудно-ключичных сочленений, иногда – вывихи головок ключиц. При значительной деформации панелей дверей образуются переломы плечевой кости, переломы костей таза с внедрением головки бедренной кости в полость таза, сопровождающиеся повреждением тазовых органов. Резкое отклонение головы в бок вызывает разрывы связок между поперечными отростками шейных позвонков с последующим развитием шейно-травматического синдрома.

Удар (наезд) сзади. При наездах на автомобиль сзади характерны повреждения в шейном и верхнегрудном отделах позвоночника. В пер-

вый момент столкновения возникает резкий перегиб назад в области шеи, после чего голова перемещается обратно вперед. При таком механизме происходит не только повреждение шеи, ее мягких тканей и позвоночника в силу действия сил растяжения, но и определенный сдвиг головы относительно первых шейных позвонков. Возможны травмы сосудов, нервов шеи, связочного аппарата, а также разрывы сочленения между черепом и первым шейным позвонком, перелом зубовидного отростка второго шейного позвонка с травмой спинного мозга, компрессионные переломы тел позвонков. Следует отметить, что при отсутствии явных повреждений костных частей шеи диагностика затруднена (особенно если пострадавший находится в тяжелом или бессознательном состоянии и не может сообщить врачу о своих ощущениях). Зачастую каких-либо внешних повреждений на шее не наблюдается (в ряде случаев повреждение связочного аппарата и тел позвонков определялись только по результатам вскрытия трупов).

Опрокидывание. Характерных механизмов травмирования установлено не было. Основными причинами травмирования при опрокидываниях является выпадение человека из автомобиля, деформация автомобиля с нарушением жизненного пространства, а реже также соударение головы с выступающими элементами салона. Применение ремней безопасности и оптимизация ударно-прочностных свойств верхней части кузова (кабины) позволяет практически исключить тяжелые повреждения человека в автомобиле при его опрокидывании.

Контрольные вопросы

1. В чем заключается цель биомеханических исследований ДТП?
2. Какие основные части тела определяют толерантность человека при фронтальных столкновениях (боковых столкновениях, ударах сзади, опрокидывании)?
3. Какие элементы внутреннего оборудования автомобилей травмоопасны?
4. Назовите основные факторы, определяющие тяжесть травмирования человека при фронтальном столкновении (боковом столкновении, наезде сзади и опрокидывании), и механизмы наиболее характерных и частых травм водителей и пассажиров.

Тема 2. ОПИСАНИЕ БИОМЕХАНИЧЕСКИХ КРИТЕРИЕВ ТОЛЕРАНТНОСТИ ЧЕЛОВЕКА К ПЕРЕГРУЗКАМ [2]

2.1. Описание критериев травмирования головы

НІС (Head Injury Criterion) – критерий травмирования головы. Его значение представляет собой стандартизованное максимальное интегральное значение ускорения головы. Длина соответствующего временного интервала выбирается равной:

- неограниченному значению для НІС;
- максимум 36 мс – НІС36;
- максимум 15 мс – НІС15.

Расчет значения критерия НІС производится по уравнению:

$$HIC = \sup_{t_1, t_2} \left\{ \left[\frac{1}{t_2 - t_1} \int_{t_1}^{t_2} a dt \right]^{2.5} (t_2 - t_1) \right\},$$

где $a = \sqrt{a_x^2 + a_y^2 + a_z^2}$ – результирующее ускорение центра тяжести головы в единицах ускорения свободного падения ($1g=9,81 \text{ м/с}^2$), t_1 и t_2 – точки на оси времени, ограничивающие длительность действия перегрузки, в пределах которых НІС достигает своего максимума. Измерение времени следует производить в секундах.

НІС(d) (Performance Criterion) – приведенный критерий травмирования головы. Значение НІС(d) представляет собой взвешенное стандартизованное максимальное интегральное значение ускорения головы и рассчитывается на основании значения НІС36.

Определение значения НІС(d) основано на уравнении:

$$HIC(d) = 0,75446 \cdot HIC36 + 166,4,$$

где $HIC36$ – значение НІС36.

НРС (Head Performance Criterion) – критерий повреждения головы манекена. Значение НРС представляет собой стандартизованное максимальное интегральное значение ускорения головы. Соответствующий интервал времени максимально составляет 36 мс (НІС36). Значение

НРС идентично значению *HIC* (расчет значения критерия НРС производится, как и критерия НИС).

Если контакта головы не произошло, то тест по этому критерию считается пройденным.

Если начало момента контакта головы может быть удовлетворительно определено, то t_1 и t_2 – точки на оси времени в секундах, которые определяют период между началом контакта головы и концом записи, при которой НРС36 достигает своего максимума.

HCD (Head Contact Duration) – длительность контакта головы. Значение HCD представляет собой стандартизованное максимальное интегральное значение ускорения головы в течение времени контакта головы. Интервалы контакта определяются по результирующей силе контакта (рассчитывают по усилию, действующему на верхний датчик, расположенный на шее, ускорению головы и её массе). Для расчета времени контакта сначала производят расчет усилия контакта F :

$$F = \sqrt{m \cdot a_x - F_x^2 + m \cdot a_y - F_y^2 + m \cdot a_z - F_z^2},$$

где m – масса головы;

a_i – проекции на оси координат ускорения головы;

F_i – проекции на оси координат усилия на верхнюю часть шеи.

Интервалы контакта – это все интервалы, в которые непрерывно превышаются, по крайней мере, один раз нижнее пороговое значение (threshold level, пороговый уровень равен 200 Н) и уровень показателя контакта (search level, этот уровень равен 500 Н) (рис. 2.1).

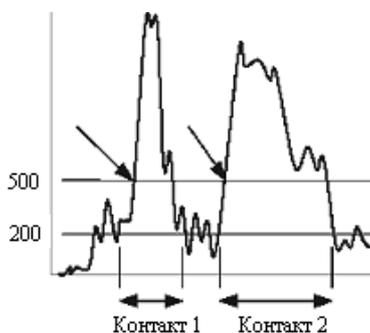


Рис. 2.1. Искомый и пороговый уровни

Значение НИС (HIC_j) определяются для каждого интервала контакта K_j .

$$K_j = t_j^{beg}; t_j^{end}$$

$$HIC_j = HIC(t_1, t_2); t_j^{beg} \leq t_1 \leq t_2 \leq t_j^{end},$$

где t_j^{beg} – начальный момент времени интервала контакта K_j ;

t_j^{end} – конечный момент времени интервала контакта K_j .

Значение HCD является, таким образом, максимумом значений HIC для всех интервалов контакта.

$$HCD = \max_j HIC_j .$$

2.2. Описание критериев травмирования шеи

2.2.1. Лобовое столкновение

Time at Level – время пребывания на предельном уровне. Описывает максимальный непрерывный интервал времени, для которого измеренное значение сигнала превысило определенный нижний порог. Это значение определяется либо для непрерывного интервала времени (непрерывный расчет), либо для суммы всех интервалов времени (кумулятивный расчет).

Для определения соотношения между измеренным значением сигнала (т.е. усилием) и соответствующим временем превышения им порогового значения строится график – кривая нагрузки от времени, как показано на рис. 2.2 (принимаются во внимание периоды времени нахождения на заданном уровне усилия, если они ниже 60 мс):

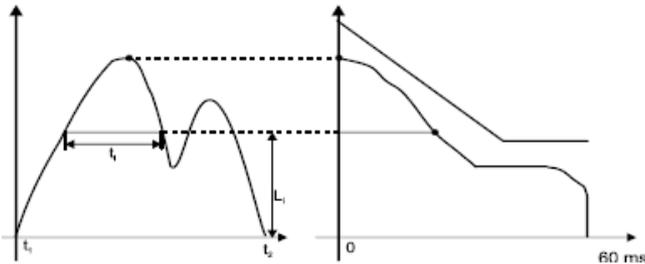


Рис. 2.2. Кривая критерия нагрузки от времени

NIC (Neck Injury Criterion) (лобовой удар ECE) – критерий повреждения шеи. Его определяют по осевому усилию сжатия $F_z(-)$, осевому усилию растяжения $F_z(+)$ и касательным силам в точке соединения головы с шейей $F_x(+)$ в кН, а также по продолжительности действия этих сил, как показано на рис. 2.3.

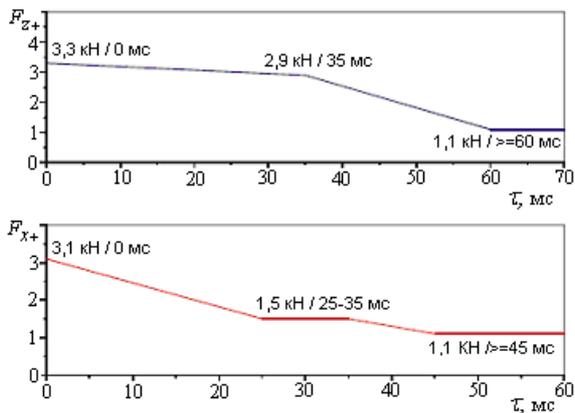


Рис. 2.3. Предельные значения осевых и касательных сил в зависимости от длительности их действия

Для всех перечисленных выше сигналов производится расчет времени превышения пороговых значений и сравнение с предельными значениями.

NIC (лобовой удар EuroNCAP). Критерий повреждения шеи определяют по осевому усилию сжатия $F_z(-)$, осевому усилию растяжения $F_z(+)$ и касательным силам в точке соединения головы с шеей $F_x(+)$ в кН, а также по продолжительности действия этих сил, как показано на рис. 2.4–2.6.

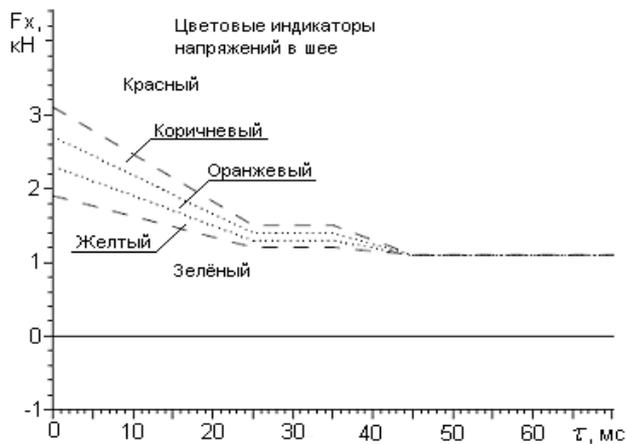


Рис. 2.4. Касательные силы в точке соединения головы с шеей

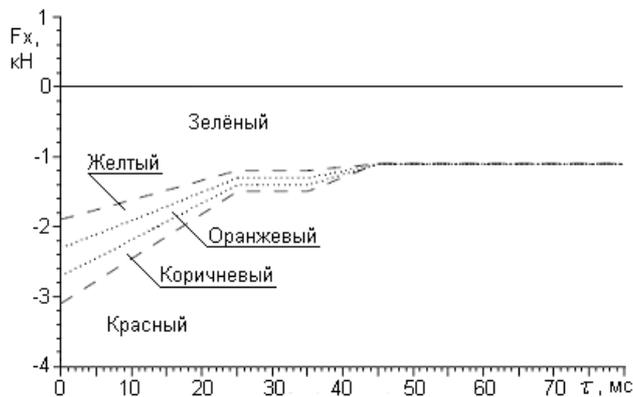


Рис. 2.5. Отрицательные касательные силы в точке соединения головы с шей в направлении оси x

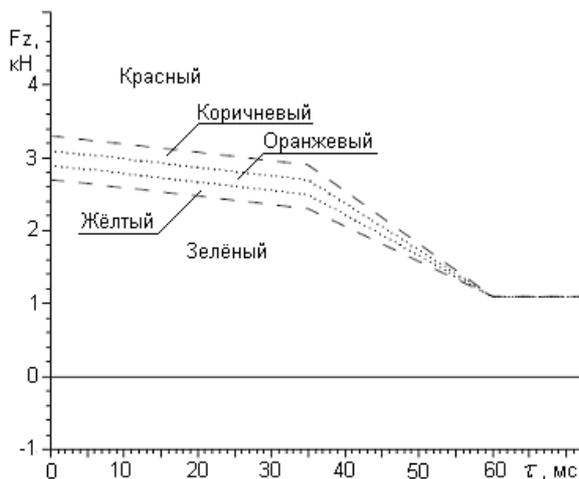


Рис. 2.6. Положительные растягивающие усилия в точке соединения головы с шей

Для всех перечисленных выше сигналов производится кумулятивный расчет времени достижения пороговых значений и сравнение с предельными значениями.

NIC (лобовой удар FMVSS) – критерий повреждения шеи. NIC включает:

- критерий N_{ij} – нормализованный критерий повреждения шеи (см. N_{ij});
- предельные значения усилий растяжения и сжатия.

В таблице 2.1 приведены пределы для различных типов манекенов, используемых при испытаниях.

Таблица 2.1

Пределы для различных типов манекенов

Положение на сидении	Тип манекена	F _z , Н растяжение	F _z , Н сжатие
Штатное	Гибрид III, мужчина 50%	4170	– 4000
	Гибрид III, женщина 5%	2620	– 2520
	Гибрид III, ребенок 6 лет	1490	– 1820
	Гибрид III, ребенок 3 лет	1130	– 1380
	CRABI; младенец 12 месяцев	780	– 960
Не штатное	Гибрид III, женщина 5%	2070	– 2520

N_{ij} (Normalized Neck Injury Criterion) – нормализованный критерий повреждения шеи, который состоит из 4 показателей повреждения шеи: N_{TE} – напряжение растяжения и N_{TF} – напряжение изгиба при растяжении; N_{CE} – напряжение сжатия и N_{CF} – изгиб при сжатии.

Показатели повреждения шеи разработаны с учетом осевой сжимающей силы, осевой силы растяжения, касательных усилий, приложенных в месте соединения головы и шеи, выраженных в кН, а также времени действия этих сил в мс. Показатель изгибающего момента шеи определяется изгибающим моментом, выраженным в Нм, относительно боковой оси, расположенной в точке соединения головы с шеей.

Значения N_{ij} определяются по формуле:

$$N_{ij} = \frac{F_z}{F_{zc}} + \frac{M_{ocy}}{M_{yc}}$$

где F_z – сила в точке, соединяющей голову с шеей;

F_{zc} – критическое значение силы;

M_{ocy} – суммарный момент (см. МОС);

M_{yc} – критический момент.

После расчета критерия использованные значения сил и моментов следует обнулить. Этим выполняется условие «И», т.е. если один из операндов равен нулю, условие также равно нулю.

Таблица 2.2

Направления действия сил и моментов

N _{ij}	Силы	Моменты
N _{CF}	Сжатие F<0	Изгиб (наклон вперед) M>0
N _{CE}		Растяжение (растяжение задней поверхности) M<0
N _{TF}	Растяжение F>0	Изгиб (наклон вперед) M>0
N _{TE}		Растяжение (растяжение задней поверхности) M<0

В таблице 2.3 приведены значения критических сил F_{zc} и моментов M_{yc} для «теста в штатном положении» в зависимости от типа манекена.

Таблица 2.3

Тест в нормальном положении

Тип манекена	F _{zc} , Н	F _{zc} , Н ^а	M _{yc} , Нм	M _{yc} , Нм ^а
	Растяжение	Сжатие	Изгиб	Вытягивание
Гибрид III, мужчина 50%	6806	- 6160	310	- 135
Гибрид III, женщина 5%	4287	- 3880	155	- 67

^а Отрицательные значения F_{zc} и M_{yc} приводят к положительным значениям N_{ij} (полярность сигнала в соответствии с SAE J211 и SAE J1733).

В таблице 2.4 даны значения критических сил F_{zc} и моментов M_{yc} для «теста в нештатном положении» в зависимости от типа манекена.

Таблица 2.4

Тест в нештатном положении

Тип манекена	F _{zc} , Н	F _{zc} , Н ^а	M _{yc} , Нм	M _{yc} , Нм ^а
	Растяжение	Сжатие	Изгиб	Вытягивание
1	2	3	4	5
Гибрид III, женщина 5%	3880	- 3880	155	- 61

Окончание табл. 2.4

1	2	3	4	5
Гибрид III, 6 лет	2800	- 2800	93	- 37
Гибрид III, 3 года	2120	- 2120	68	- 27
Гибрид III, 12 месяцев	1460	- 1460	43	- 17

МОС (Total Moment about Occipital Condyle) – суммарный момент относительно затылочного мыщелока. Критерий для суммарного момента определяет соотношение суммарного момента и момента в точке измерения. Для верхней ячейки нагрузки (Upper Load Cell) суммарный момент МОС рассчитывают по формуле (SAE J1727):

$$M_{OCy} = M_y - (D \times F_x),$$

$$M_{OCx} = M_x - (D \times F_y),$$

где M_{OCi} – суммарные моменты в направлении i , Нм;

F_i – сила, действующая на верхнюю часть шеи в направлении i , Н;

M_i – момент, действующий на шею в направлении i , Нм;

D – расстояние между осью датчика силы и осью мыщелока (плечо действия силы).

Таблица 2.5

**Значения плеч ячеек верхней нагрузки
для различных манекенов**

Тип манекена	Элемент нагрузки Тип Denton; FTSS; MSC	Направления осей	D, м
1	2	3	4
Гибрид III, мужчина 95%	1716; IF-2564, IF-205, IF-207, IF-242; 555B/6UN	6	0,01778
Гибрид III, мужчина 50%	1716; IF-2564, IF-205, IF-207, IF-242; 555B/6UN	6	0,01778
	2062	3	0,008763
Гибрид III, женщина	1716; IF-2564, IF-205, IF-207, IF-242; 555B/6UN	6	0,01778
Гибрид III, ребенок 10 лет	1716; IF-2564, IF-205, IF-207, IF-242; 555B/6UN	6	0,01778

Окончание табл. 2.5

1	2	3	4
Гибрид III, ребенок 6 лет	1716; IF-2564, IF-205, IF-207, IF-242; 555B/6UN	6	0,01778
Гибрид III, ребенок 3 лет	3303, IF-234; 560G/6ULN	6	0
Crabi младенец 12; 18 месяцев; TNO P1,5	2554; IF-954; 560G/6ULN	6	0,0058
Crabi младенец 6 меся- цев	2554; IF-954; 560G/6ULN	6	0,0102
TNO P ¾; P3	2331; IF-212; IF-235; 5583G/3ULN	3	0
	2587; IF-212; IF-235; 558G/6UN	6	0
ES-2	1485	3	0
	4085; IF-240; 5552G/6UN	6	0,02
TNO Q series	3715; IF-217; 5563G/6LN	6	0
SID-IIs	1716; IF-2564; IF-205; IF-207; IF-242; 555B/6UN	6	0,01778
BioRID	4949	6	0,01778
	2062	3	0,008763
	4985	3	0,01778
WORLDSID	W50-1700	6	0,0195

МТО (Total Moment (Lower Neck)) – это аббревиатура суммарного момента, который приложен к нижней части шеи. Критерий для суммарного момента вычисляет соотношение суммарного момента и момента в точке измерения.

Для нижней ячейки нагрузки (Lower Load Cell) суммарный момент МТО рассчитывается в соответствии с SAE J1733 следующим образом:

$$M_{ТОx} = M_x - (D_z \times F_y),$$

$$M_{TOy} = M_y + (D_z \times F_x) + (D_x \times F_z),$$

$$M_{TOz} = M_z - (D_x \times F_y),$$

где M_{TOi} – моменты в направлении i , Нм;

F_i – сила, действующая на верхнюю часть шеи в направлении i , Н;

M_i – момент, действующий на шею в направлении i , Нм;

D – расстояние между осью датчика силы и осью мышелока.

Таблица 2.6

**Значения плеч ячеек нижней нагрузки
для различных манекенов**

Тип манекена	Элемент нагрузки Тип Denton; FTSS	D_x , м	D_z , м
1	2	3	4
Гибрид III, мужчина 95%	1794; IF-210, IF-219	0,0508	0,028575
	4894		
Гибрид III, мужчина 50%	1794; IF-210, IF-219	0,0508	0,028575
	4894		
Гибрид III, женщина 5%	1794; IF-211, IF-228, IF-238	0,04445	0,028575
	4541		
Гибрид III, ребенок 10 лет	5124	0	0,0188
Гибрид III, ребенок 6 лет	1794; IF-222	0,03175	0,0237236
Гибрид III, ребенок 3 лет	3303	0	0,0168
Младенец 6, 12, 18 месяцев; TNO, P1 1/2	2554LN; IF-954	0	0,0127
TNO Q1, Q3, Q6	3715	0	0
SID-IIs	1794; IF-255	0,04445	0,0254
	3166		
SID IIII	5294	0	0,0127
THOR 50%	2357	0	0,0254
THOR 5%	2357	0	0,0191
	4366		
EuroSID-1	4365; IF-221	0	0,22
	3300		

1	2	3	4
ES-2	-; IF-221	0,04445	0,028575
BioRID	1794	0,0508	0,0254
RID2	1794	0,0508	0,0254
WORLDSID	W50-1700	0	0,0145

Примечание: Нагрузка на ячею нижней части шеи 1794 для BioRID возникает при динамических испытаниях.

NIC (наезд сзади). Этот критерий находится в фазе исследования.

Критерий повреждения шеи при наезде сзади определяется по относительному ускорению между значениями ускорений для верхней и нижней частей шеи, в м/с^2 , и относительной скорости, выраженной в м/с .

Расчет значения NIC производят по уравнению

$$NIC = a_{relative} \times 0,2 + v_{relative}^2,$$

где

$$a_{relative} = a_x^{T1} - a_x^{Head},$$

$$v_{relative} = \int a_{relative} \times dt$$

и a_x^{T1} – ускорение первого грудного позвонка в направлении оси x , м/с^2 ;

a_x^{Head} – ускорение в направлении оси x центра тяжести головы, м/с^2 .

Максимальное значение NIC в интервале 150 мс с момента начала ускорения сидения следует определить и обозначить как значение NIC_{max} . Если голова после контакта с устройством, ограничивающим ее перемещение, изменит свое направление относительного движения на противоположное раньше момента времени, определенного 150 мс, то верхний предел интервала времени для NIC при определении NIC_{max} следует ограничить этой временной точкой.

Nkm (Neck Criterion gear impact) – критерий повреждения шеи при заднем ударе. Соответствует четырём критериям для шеи: N_{fa} – изгибу начальному, N_{ea} – растяжению начальному, N_{fp} – изгибу последующему, N_{ep} – растяжению последующему.

Критерий повреждения шеи при заднем ударе определяется с помощью осевой сжимающей силы или проекции осевой растягивающей силы на ось x и касательных сил, действующих в месте сопряжения головы с шеей, выраженных в кН, с учетом времени их действия в мс. Критерий изгибающего момента шеи определяется изгибающим момен-

том, выраженным в Нм, относительно боковой оси, проходящей через точку сопряжения головы с шей.

Значение N_{km} рассчитывают по уравнению:

$$N_{km}(t) = \frac{F_x \cdot t}{F_{int}} + \frac{M_{OCy} \cdot t}{M_{int}},$$

где F_x – сила в точке сопряжения головы с шей;

F_{int} – критическая сила;

M_{OCy} – суммарный момент (см. *МОС*);

M_{int} – критическое значение момента.

После расчета критерия значения сил и моментов следует обнулить. Это необходимо для выполнения условия логического «И» (если один из операндов равен нулю, то и логическое условие равно нулю):

Таблица 2.7

Направления действия сил и моментов

N_{km}	Силы	Моменты
N_{fa}	Начальная стадия (голова откидывается назад, тело движется вперед)	Изгиб (передний изгиб) $M_y > 0$
N_{ea}	$F_x > 0$	Растяжение (растяжение задней поверхности) $M_y < 0$
N_{fp}	Конечная стадия (голова вперед, тело назад)	Изгиб (передний изгиб) $M_y > 0$
N_{ep}	$F_x < 0$	Растяжение (растяжение задней поверхности) $M_y < 0$

В таблице 2.8 приведены значения критических сил F_{int} и моментов M_{int} для каждого типа манекена.

Таблица 2.8

Критические силы и моменты

Тип манекена	F_{int} , Н Положительные касательные силы	F_{int} , Н ^a Отрицательные касательные силы	M_{int} , Нм Изгиб	M_{int} , Нм ^a Растяжение
Hybrid III, мужчина 50%	845	– 845	88,1	– 47,5

^a отрицательные знаки у F_{int} и M_{int} приводят к положительным значениям N_{km} (полярность сигналов, принятая в SAE J211 и SAE J1733).

LNL (Lower Neck Load Index) – это аббревиатура индекса нагрузки на нижнюю часть шеи. Риск повреждения нижнего шейного позвонка в результате удара сзади при столкновении наибольший, когда силы и моменты действуют одновременно.

Значение LNL рассчитывают по уравнению

$$LNL-index t = \left| \frac{\sqrt{M_{y_{lower}} t^2 + M_{x_{lower}} t^2}}{C_{moment}} \right| + \left| \frac{\sqrt{F_{y_{lower}} t^2 + F_{x_{lower}} t^2}}{C_{shear}} \right| + \left| \frac{F_{z_{lower}} t}{C_{tention}} \right|,$$

где $M_{y_{lower}}$ – момент в направлении у;

$M_{x_{lower}}$ – момент в направлении х;

C_{moment} – критический момент;

$F_{x_{lower}}$ – сила в направлении х;

$F_{y_{lower}}$ – сила в направлении у;

C_{shear} – критическая сила;

F_z – сила в направлении z;

$C_{tention}$ – критическая сила.

Примечание: Данная формула применяется для силы, действующей на нижний шейный элемент RID2 и Hybrid III. Для Hybrid III и нагружаемого элемента 1794 результат расчета M_u должен быть скорректирован по следующей формуле:

$$M_{y_{lowercorrected}} = M_u + 0,0282 \cdot F_x + 0,0508 \cdot F_z .$$

Для RID2 момент M_u корректировать не надо.

В таблице 2.9 перечислены критические силы и моменты для манекена RID2.

Таблица 2.9

Критические силы и моменты для RID2

C_{moment}	C_{shear}	$C_{tention}$
15 Нм	250 Н	900 Н

2.3. Описание критериев повреждения груди

VC (Viscous Criterion (velocity of compression)) – критерий повреждения грудной области (скорости сжатия), который часто называют критерием травмирования по мягким тканям. Значение VC (м/с) представ-

ляет собой максимум мгновенного произведения скорости деформации грудной клетки на деформацию грудной клетки. Оба значения определяют по смещениям ребер (боковой удар) или по смещениям грудной клетки (лобовой удар). Значение VC рассчитывают по уравнениям:

· В соответствии с ECE-R94, ECE-R95 и EuroNCAP (лобовой и боковой удары)

$$VC = Scalingfactor \cdot \frac{Y_{CFC180}}{Defconst} \cdot \frac{dY_{CFC180}}{dt}$$

· В соответствии с SAE J1727: (лобовой удар)

$$VC = Scalingfactor \cdot \frac{Y_{CFC600}}{Defconst} \cdot \frac{dY_{CFC600}}{dt}$$

где Y – деформация грудной клетки в м;

dY_{CFCxxx}/dt – скорость деформации;

$Scalingfactor$ – масштабный фактор;

$Defconst$ – константа манекена, т.е. глубина или ширина половины грудной клетки, мм.

Скорость деформации рассчитывается в соответствии с ECE R94:

$$\frac{dY}{dt} = V = \frac{8 Y_{t+\Delta t} - Y_{t-\Delta t} - Y_{t+2\Delta t} - Y_{t-2\Delta t}}{12\Delta t}$$

где Δt – интервал времени между отдельными измерениями в секундах.

В таблице 2.10 содержатся масштабные факторы и константы деформации для каждого типа манекена в соответствии с SAE J1727, 8/96.

Таблица 2.10

Масштабные факторы и константы манекенов

Тип манекена	Масштабный фактор	Константа ($Defconst$), мм
Гибрид III, мужчина 95%	1,3	254
Гибрид III, мужчина 50%	1,3	229
Гибрид III, женщина 5%	1,3	187
BioSID	1,0	175
EuroSID-1	1,0	140
ES-2	1,0	140
SID-IIs	1,0	138

ТНРС (Thorax Performance Criterion) – это аббревиатура критерия воздействия на грудную клетку, с помощью которого оценивают растяжения (напряжения) в груди при боковом ударе. Двумя составляющими ТНРС являются критерии смещения ребер (RDC) и скорости сжатия (VC).

ТТИ(d) (Thoracic Trauma Index (Thorax Trauma Index)) – это аббревиатура индекса травмы грудной клетки. Индекс травмы грудной клетки используют в качестве критерия повреждения грудной клетки при боковом столкновении. ТТИ(d) представляет собой среднее из максимального ускорения позвоночного столба на уровне брюшины (12-го спинного позвонка) и наибольшего из двух значений максимальных ускорений верхнего (8) и нижнего (4) ребер.

Расчет значения ТТИ основан на уравнении:

$$TTI(d) = \frac{A(max, rib) + A(lwr, spine)}{2},$$

$$A(max, rib) = \max \{ A(upr, rib), A(lwr, rib) \},$$

где $A(upr, rib)$ – максимальное ускорение верхнего ребра, выраженное в g;

$A(lwr, rib)$ – максимальное ускорение нижнего ребра, выраженное в g;

$A(max, rib)$ – максимум из $A(upr, rib)$ и $A(lwr, rib)$, выраженный в g;

$A(lwr, spine)$ – максимальное ускорение нижней части позвоночника, выраженное в g.

ThAC (Thorax Acceptability Criterion) – это аббревиатура критерия способности грудной клетки выдерживать нагрузки. Этот критерий определяется абсолютным значением ускорения, выраженным в единицах ускорения свободного падения, и продолжительностью действия этого ускорения, выраженной в миллисекундах (см. *Xms*).

СТИ (Combined Thoracic Index) – это аббревиатура комбинированного индекса грудной клетки. Комбинированный индекс грудной клетки используется в качестве критерия травмирования грудной области при фронтальном ударе. СТИ является оценкой воздействия в течение 3 мс результирующего ускорения на спинной мозг и отклонение груди.

Расчет значения СТИ базируется на уравнении:

$$СТИ = \left(\frac{A_{max}}{A_{int}} \right) + \left(\frac{D_{max}}{D_{int}} \right),$$

где A_{max} – 3-х миллисекундное значение (одиночный максимум) результирующего ускорения на спинной мозг, g;

A_{int} – критическое для 3 мс значение, g;

D_{max} – отклонение груди, мм; D_{int} – критическое отклонение.

В таблице 2.11 для каждого типа манекена приведены критические значения 3 мс A_{int} и перемещения D_{int} .

Таблица 2.11

Критические 3 мс значения ускорений и перемещений

Тип манекена	A_{int} , g	D_{int} , мм
Гибрид III, мужчина 50%	85	102
Гибрид III, женщина 5%	85	83
Гибрид III; ребенок 6 – лет	85	63
Гибрид III; ребенок 3 года	70	57
Младенец; 12 месяцев	55	49

Примечание. Данный критерий не включен в действующий стандарт.

ThCC (или **TCC**) (Thoracic Compression Criterion) – это аббревиатура критерия сжатия грудной клетки между задней опорой и спиной. Он определяется значением абсолютной деформации сжатия грудной клетки, выраженной в мм.

Примечание. В немецких директивах этот критерий называют TCC, а в английских – ThCC.

RDC (Rib Deflection Criterion) – это аббревиатура критерия смещения ребер при боковом столкновении. Выражается в мм.

2.4. Описание критериев для нижних конечностей

APF (Abdominal Peak Force) – это критерий максимальных боковых напряжений брюшины. Этот критерий действует в Европе и предназначен для применения при боковых столкновениях. Он представляет собой наивысшее значение суммы трех сил, кН, которые измеряются при боковом столкновении:

$$APF = \max \left| F_{yFront} + F_{yMiddle} + F_{yRear} \right|.$$

PSPF (Pubic Symphysis Peak Force) – это аббревиатура максимального усилия на нижнюю переднюю часть живота (лонное сочленение) при боковом столкновении, выраженного в кН.

FFC (ECE) (Femur Force Criterion) – это критерий воздействия на бедренную кость $F_z(-)$. Он определяется сжимающими напряжениями в кН, которые передаются в осевом направлении на каждую бедренную кость манекена, а также продолжительностью сжимающего усилия в мс.

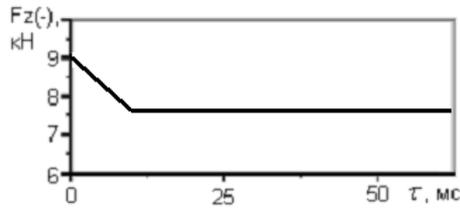


Рис. 2.7. Зависимость предельного значения сжимающей бедро силы от продолжительности её действия (ECE)

Примечание. На диаграмме давление представлено как положительная величина. Время превышения предела вычисляются кумулятивно (см. *FFC (EuroNCAP)*).

FFC (EuroNCAP) – это критерий воздействия на бедренную кость $F_z(-)$. Он определяется сжимающими напряжениями в кН, которые передаются в осевом направлении на каждую бедренную кость манекена, а также продолжительностью сжимающего усилия в мс.

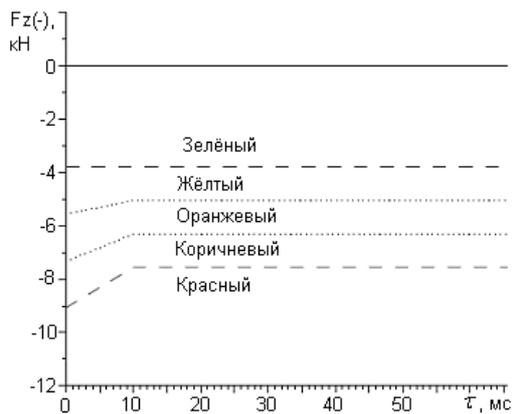


Рис. 2.8. Зависимость предельного значения сжимающей бедро силы от продолжительности её действия (EuroNCAP)

Примечание. Время превышения предела вычисляется кумулятивно.

TI (Tibia Index) – это аббревиатура индекса большой берцовой кости – критерия повреждения нижней области ног. Он включает изгибающие моменты вокруг осей x и y , а также осевое сжимающее усилие в направлении оси z у верхней и нижней частей берцовой кости. При использовании датчика, измеряющего момент относительно одной оси, для расчетов используют измеренное значение. Если измеряют изгибающий момент относительно двух осей, в расчетах следует использовать результирующий момент.

Индекс большой берцовой кости рассчитывают по формуле:

$$TI = \left| \frac{M_R}{M_{C_R}} \right| + \left| \frac{F_Z}{F_{C_Z}} \right|,$$

где $M_R = \sqrt{M_x^2 + M_y^2}$ – результирующий момент;

M_x – изгибающий момент вокруг оси x, Нм;

M_y – изгибающий момент вокруг оси y, Нм;

(M_{C_R}) – критический изгибающий момент;

F_z – осевая сжимающая сила в направлении оси z, кН;

(F_{C_z}) – критическое сжимающее усилие в направлении оси z.

В таблице 2.12 приведены значения критических изгибающих моментов и критических сжимающих усилий для каждого типа манекена в соответствии с SAE J1727, 3.11.

Таблица 2.12

Критические изгибающие моменты и сжимающие усилия

Тип манекена	Критический изгибающий момент, Нм	Критическое сжимающее усилие, кН
Гибрид III, мужчина 95%	307,0	44,2
Гибрид III, мужчина 50%	225,0	35,9
Гибрид III, женщина 5%	115,0	22,9

На рисунке 2.9 представлены возможные силы и моменты, действующие на нижнюю часть ноги (на примере манекена Гибрид III) для расчета индекса большой берцовой кости.

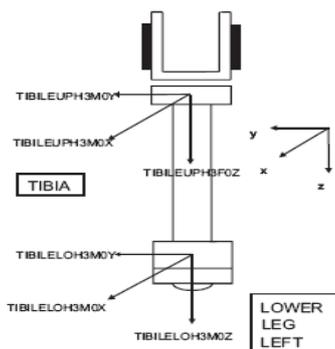


Рис. 2.9. Силы и моменты, воздействующие на нижнюю часть ноги

В таблице 2.13 приведены формулы расчета индексов большой берцовой кости для верхней и нижней её части по результатам измерений 5 либо 6 параметров. В таблице 2.14 показаны отличия в расчетах индексов большой берцовой кости для верхней и нижней её части при использовании конечностей с двумя разными наборами 8 параметров.

Таблица 2.13

**Формулы для расчета индексов большой берцовой кости
для нижних конечностей
по 5 и 6 параметрам**

Показатели	5 параметров	6 параметров
Значения	TIBILEUPH3M0X TIBILEUPH3M0X TIBILELONH3F0X или TIBILELONH3F0Y TIBILELONH3F0Z TIBILELONH3M0X или TIBILELONH3M0Y	TIBILEUPH3F0Z TIBILEUPH3M0X TIBILEUPH3M0X TIBILELONH3F0Z TIBILELONH3M0X TIBILELONH3M0Y
Верхняя часть большой берцовой кости		
Результирующий момент	$M_R = \sqrt{\text{TIBILEUPH3M0X}^2 + \text{TIBILEUPH3M0Y}^2}$	$M_R = \sqrt{\text{TIBILEUPH3M0X}^2 + \text{TIBILEUPH3M0Y}^2}$
Осевое сжимающее усилие	$F_Z = \text{TIBILELONH3FOZ}$	$F_Z = \text{TIBILEUPH3FOZ}$
Нижняя часть большой берцовой кости		
Результирующий момент	$M_R = \text{TIBILELONH3M0X} $ или $M_R = \text{TIBILELONH3M0Y} $	$M_R = \sqrt{\text{TIBILEUPH3M0X}^2 + \text{TIBILEUPH3M0Y}^2}$
Осевое сжимающее усилие	$F_Z = \text{TIBILELONH3FOZ}$	$F_Z = \text{TIBILELONH3FOZ}$

Таблица 2.14

**Расчеты индексов большой берцовой кости
по 8 параметрам**

	1 набор	2 набор
Значения	TIBILEUPH3F0X TIBILEUPH3F0Z TIBILEUPH3M0X TIBILEUPH3M0Y TIBILELOH3F0X TIBILELOH3F0Z TIBILELOH3M0X TIBILELOH3M0Y	TIBILEUPH3F0X TIBILEUPH3F0Z TIBILEUPH3M0X TIBILEUPH3M0Y TIBILELOH3F0X TIBILELOH3F0Z TIBILELOH3M0X TIBILELOH3M0Y
Верхняя часть большой берцовой кости		
Результирующий момент	$M_R = \sqrt{TIBILELOH3M0X^2 + TIBILELOH3M0Y^2}$	$M_R = \sqrt{TIBILELOH3M0X^2 + TIBILELOH3M0Y^2}$
Осевое сжимающее усилие	$F_Z = TIBILELOH3FOZ$	$F_Z = TIBILELOH3FOZ$
Нижняя часть большой берцовой кости		
Результирующий момент	$M_R = \sqrt{TIBILELOH3M0X^2 + TIBILELOH3M0Y^2}$	$M_R = \sqrt{TIBILELOH3M0X^2 + TIBILELOH3M0Y^2}$
Осевое сжимающее усилие	$F_Z = TIBILELOH3FOZ$	$F_Z = TIBILELOH3FOZ$

Здесь: TIBILEUPH3M0X – изгибающий момент относительно оси x, верх берцовой кости; TIBILEUPH3M0Y – изгибающий момент относительно оси y, верх берцовой кости; TIBILEUPH3F0X – осевая сжимающая сила вдоль оси x, верх берцовой кости; TIBILEUPH3F0Y – осевая сжимающая сила вдоль оси y, верх берцовой кости; TIBILEUPH3F0Z – осевая сжимающая сила вдоль оси z, верх берцовой кости; TIBILELOH3M0X –

изгибающий момент относительно оси x , низ берцовой кости; TIBILELON3M0Y – изгибающий момент относительно оси y , низ берцовой кости; TIBILELON3F0X – осевая сжимающая сила вдоль оси x , низ берцовой кости; TIBILELON3F0Y – осевая сжимающая сила вдоль оси y , низ берцовой кости; TIBILELON3F0Z – осевая сжимающая сила вдоль оси z , низ берцовой кости.

Осевое сжимающее усилие F_z в направлении оси z может быть измерено в верхней или нижней частях большой берцовой кости.

TCFC (Tibia Compression Force Criterion) – аббревиатура критерия силы сжатия большой берцовой кости. Это критерий напряжений в большой берцовой кости, который определяется силой давления F_z , выраженной в кН, передаваемой вдоль оси на каждую берцовую кость испытательного манекена (см. *ТТ*).

2.5. Описание дополнительных критериев

Xms (Generalization of the 3ms value) – это наибольшее значение амплитуды измеряемого сигнала, которое наблюдается в течение x миллисекунд. Значение **Xms** определяется либо для единственного пика (SAE), либо для множества пиков (ECE-94, FMVSS). В кумулятивных вычислениях отдельные периоды измеряемого сигнала складываются до тех пор, пока их сумма не достигнет значения x миллисекунд.

Значение **Xms** может быть рассчитано для единичного пика, как показано на рис. 2.10, или для множества пиков (рис. 2.12).

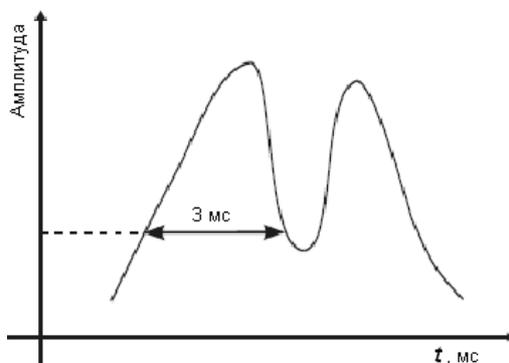


Рис. 2.10. Определение **Xms** для одного пика

Случай, изображенный на рис. 2.11, представляет собой исключение и может иметь общую продолжительность $> Xms$.

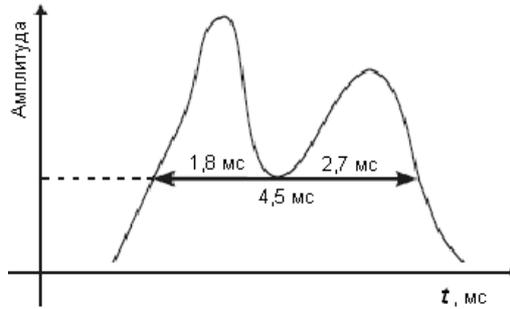


Рис. 2.11. Определение X_{ms} для ступенчатого пика

Поскольку SAE предписывает временной промежуток не менее x мс, должно быть взято в рассмотрение общее время (4,5 мс), как показано на рис. 2.11.

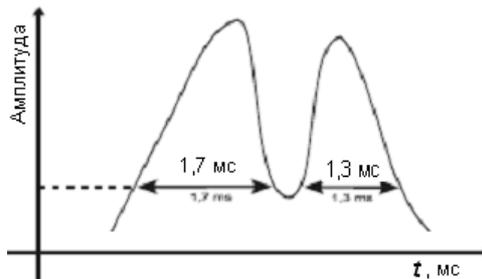


Рис. 2.12. Определение X_{ms} для нескольких пиков сигнала

При расчете по методике ESE R94 боковое движение головы (отдача в результате столкновения) во внимание не принимается.

X_g (Time range for an acceleration greater than x_g) – это продолжительность времени, в течение которого ускорение превышало $X[g]$.

Значение X_g определяется либо индивидуально (для единственного пика), либо кумулятивно (для множества пиков) и представляет собой продолжительность времени, в течение которого результирующее ускорение головы превышало $X[g]$.

При кумулятивном расчете несвязанные отрезки времени, в течение которых результирующее ускорение головы превышало $X[g]$, складываются.

Accomp (Average Acceleration During Compression Phase) – это аббревиатура осредненного значения ускорения в период фазы сжатия. При фронтальном столкновении среднее ускорение в период фазы деформации рассчитывается для автомобиля в направлении оси x .

Расчет проводится в следующей последовательности:

1. Интегрирование ускорения от начальной скорости.
2. Определение первой точки в момент t_1 .
3. Определение t_2 (1 альтернатива рис. 2.13) – точки пересечения скорости с абсциссой (осью времени).

Альтернатива 5.08 см (рис. 2.14): Находят точку изгиба графика скорости. (Точка изгиба – это первый максимум ускорения). Определяют точку пересечения t_2 касательной с абсциссой (осью времени).

4. Сигнал ускорения фильтруется в соответствии с CFC60.
5. Находят среднее значение отфильтрованного по CFC60 сигнала ускорения между точками t_1 и t_2 .

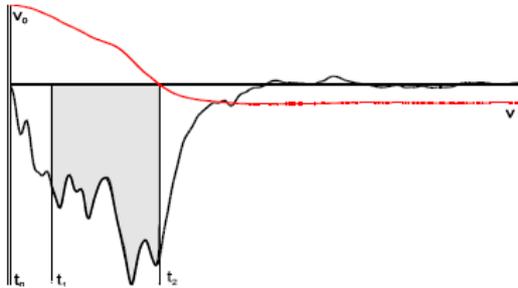


Рис. 2.13. Альтернатива 1: t_2 – точка пересечения скорости с осью времени

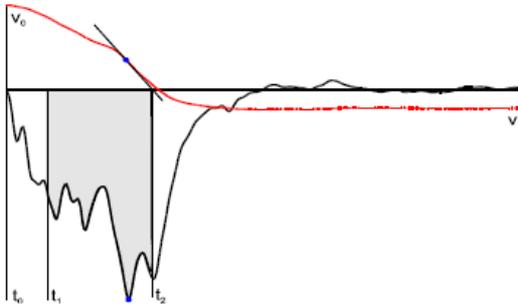


Рис. 2.14. Альтернатива 2: t_2 – точка пересечения касательной с осью времени

Gillis Index (ID number for assessing vehicle) – это характерное значение оценки безопасности автомобиля при лобовом столкновении. Для расчета Gillis Index необходимо иметь точки измеренного ускорения головы и грудной клетки, а также усилия, действующие на бедренные кости водителя и пассажира.

1. Рассчитывают значение НИС и значение НИС₃₆ для водителя и пассажира.
2. Определяют 3 мс значения результирующих ускорений грудных клеток водителя и пассажира.
3. Находят абсолютные максимумы сил, действующих на бедренные кости водителя и пассажира.

Gillis Index рассчитывают по выражению:

$$G = HIC^F + \frac{D^F}{9,80665} \cdot 16,7 \cdot \frac{3}{4} + \frac{F^{F,l} + F^{F,r}}{4,448232} \cdot 0,44 \cdot \frac{1}{4} + \frac{1}{2} \left[HIC^B + \frac{D^B}{9,80665} \cdot 16,7 \cdot \frac{3}{4} + \frac{F^{B,l} + F^{B,r}}{4,448232} \cdot 0,44 \cdot \frac{1}{4} \right]$$

Gillis-Index для 36 миллисекунд рассчитывают по выражению:

$$G36 = HIC36^F + \frac{D^F}{9,80665} \cdot 16,7 \cdot \frac{3}{4} + \frac{F^{F,l} + F^{F,r}}{4,448232} \cdot 0,44 \cdot \frac{1}{4} + \frac{1}{2} \left[HIC36^B + \frac{D^B}{9,80665} \cdot 16,7 \cdot \frac{3}{4} + \frac{F^{B,l} + F^{B,r}}{4,448232} \cdot 0,44 \cdot \frac{1}{4} \right]$$

где индексы:

F – водитель;

B – пассажир;

l – левый;

r – правый;

HIC – значение критерия НИС;

HIC36 – значение критерия НИС₃₆;

D – 3 мс значение результирующего ускорения грудной клетки;

F – абсолютный максимум усилий на бедренную кость.

SI (Severity Index) – это аббревиатура индекса жесткости. Значение SI оценивает опасность травмы груди (устаревший показатель, подобный НИС{head injury}). Данная процедура базируется на кривой Wayne-State толерантности человека, для головы человека.

Приращение значения SI рассчитывают по:

$$SI_j^{inc} = \frac{I}{1000} N \sum_{i=N_{(j-1)T}^{N_j}} 0,5 \times (A_i^{2,5} + A_{i+1}^{2,5}),$$

где *j* – индекс (*j*=1, 2, ..., *T*);

T – длина набора данных;

N – значения, мс;

A_i – *i*-е значение сигнала ускорения.

Значение кумулятивного индекса жесткости SI рассчитывают по:

$$SI_j^{cum} = SI_j^{inc}$$
$$SI_j^{cum} = SI_{j-1}^{cum} + SI_j^{inc},$$

где $j = 2, 3, \dots, T$.

Pulse Test (Deceleration corridor for trolley) – коридор замедления для тележки.

При тесте с использованием саней (санный тест) проверяют: находятся ли измеренные ускорения в определенном коридоре (для примера приведен коридор для ECE-R44 рис. 2.15).

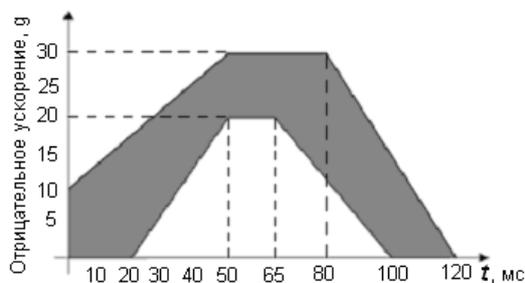


Рис. 2.15. Коридор для ECE-R44; Annex 7; Appendix 1

В тесте определяют: выходят ли прямые линии, соединяющие две точки, за пределы заданного диапазона, а не только нахождение самих этих точек в заданной области, как показано на рис. 2.16.

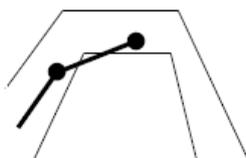


Рис. 2.16. Точки и связывающие их линии должны находиться в пределах коридора

NCAP (New Car Assessment Program) – это аббревиатура программы оценки безопасности новых автомобилей.

Для того чтобы оценить результаты тестов, используют вероятности повреждений головы и грудной клетки по Mertz (GM) и по Prasad (Ford).

Вероятность травмы головы рассчитывают по формуле:

$$P_{head} = \left[1 + \exp 5,02 - 0,00351 \cdot NHC36 \right]^{-1},$$

где $NHC36$ – значение критерия NHC_{36} .

Вероятность травмы грудной клетки рассчитывают по формуле:

$$P_{chest} = \left[1 + \exp 5,55 - 0,0693 \cdot a_{chest,3ms} \right]^{-1},$$

где $a_{chest,3ms}$ – 3 мс значение ускорения грудной клетки.

Если травмы головы и грудной клетки происходят одновременно, то рассчитывают комбинированную вероятность по:

$$P_{combined} = P_{head} + P_{chest} - P_{head} \cdot P_{chest}.$$

Предложена следующая классификация по рассчитанному значению комбинированной вероятности:

$P_{combined} \leq 0,10$	*****
$0,10 < P_{combined} \leq 0,20$	****
$0,20 < P_{combined} \leq 0,35$	***
$0,35 < P_{combined} \leq 0,45$	**
$P_{combined} \geq 0,45$	*

EuroNCAP – это аббревиатура Европейской программы оценки безопасности новых автомобилей. В соответствии с ней проводятся испытания и присвоение рейтинга безопасности. Выполняются следующие тесты:

- лобовое столкновение;
- удар в боковую часть автомобиля;
- боковой удар о столб;
- тест на столкновение с пешеходом.

С 2009-го года в правила внесены изменения. Эксперты организации будут учитывать не только результаты краш-тестов в базовых категориях (безопасность взрослых пассажиров, детей и пешеходов), но и результаты за защиту шеи пассажиров при ударе автомобиля сзади. Кроме того, появилась новая категория, в которой будут учитываться результаты работы систем активной безопасности, помогающих снизить последствия аварии или предотвратить ее. Например, без наличия сис-

темы стабилизации уже в "базе" высшую оценку за краш-тест получить теперь практически невозможно. Также учитывается такое оборудование, как ограничитель скорости, выдающий звуковое предупреждение о превышении установленного лимита, и, как и прежде, сигнализаторы о непристегнутых ремнях безопасности. Наконец, теперь итоговый результат, определяемый количеством звезд, будет единым (ранее "звезды" выставлялись в каждой отдельной категории), а степень защиты пассажиров, пешеходов или детей станет определяться в процентом соотношении.

Таблица EuroNCAP перевода результатов тестов, представленных в баллах, в соответствующий рейтинг безопасности приведена далее, в разделе 4.6.

Ограничения на критерии для различных тестов приведены в таблице П5.1 приложения.

Контрольные вопросы

1. Какие критерии используют для определения травмы головы?
2. Какие критерии используют для определения травмы шеи?
3. Какие критерии используют для определения травмы груди?
4. Какие критерии используют для определения травмы нижних конечностей?
5. Какие дополнительные критерии используют для оценки безопасности автомобиля?

Тема 3. МЕТОДЫ ИСПЫТАНИЙ

Программы EuroNCAP проведения crash-тестов имеют два аспекта. Первый состоит в том, что у потребителя существует потребность в объективной информации о безопасности автомобиля, а второй – стимулирование производителей автомобилей улучшать транспортные средства вне зависимости от требований законодательства. Испытание на разрушение – это способ заблаговременно получить оценку уровня безопасности новых автомобилей.

Для определения уровня безопасности транспортного средства EuroNCAP используют дискретную шкалу, оценка по которой соответствует некоторому количеству звезд. Комбинированный рейтинг по этой шкале показывает уровень защиты при лобовом и боковом столкновениях. Присвоение звезды основано на учете множества показателей фронтального и бокового столкновений. Максимальные 34 балла могут быть получены путем сложения 16 фронтальных и 18 боковых баллов. Цель оценки состоит в том, чтобы создать индикатор, показывающий, в какой степени лучшие средства защиты использованы в конкретной модели автомобиля, а не предсказывать реальный результат аварии. *Никакой набор тестов, никакая система оценок теоретически не в состоянии предсказать результаты во всех типах аварий.* С другой стороны, должна быть хорошая корреляция между продвижением более совершенных по оценкам EuroNCAP автомобилей и общей безопасностью в дорожных происшествиях.

3.1. Тест на прямое лобовое столкновение всей передней поверхностью

При проектировании легковых автомобилей предусматриваются конструктивные элементы, предназначенные для снижения степени травмирования пассажиров в случае столкновения. Применяемые для оценки этих конструктивных элементов методы испытаний должны обеспечивать при моделировании аварии получение максимально реалистичных данных с высокой надежностью.

В ходе этого теста манекены помещаются на место водителя и на переднее сидение для пассажира. ТС перед столкновением с бетонной

преградой имеет скорость 55 км/ч. Манекены проверяются на повреждение головы, шеи, грудной клетки и ног, автомобиль проверяется на нарушение целостности корпуса и деформацию, результаты используются для оценки степени защиты пассажиров по 5 уровням. Фактически столкновения такого типа, как правило, происходят на скоростях ниже, чем при проведении теста. Заметим, что результаты этого теста не используют для оценки столкновений при очень большой скорости, либо когда транспортные средства значительно различаются по массе и для других видов столкновений, когда пассажиры не пристегнуты ремнями безопасности.

3.2. Тест на лобовое столкновение со смещением

В ходе этого теста манекены размещаются на сиденье водителя и переднем пассажирском сидении. При испытании ТС передней частью, площадью в 40% со стороны водителя ударяется об алюминиевый блок сотовой структуры при скорости 64 км/ч (рис. 3.1).

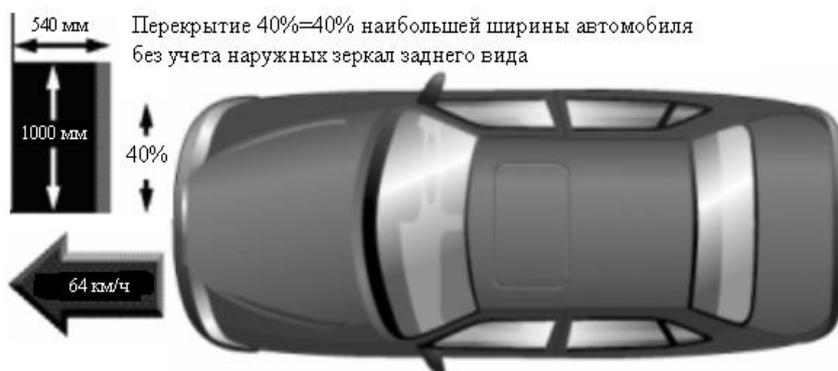
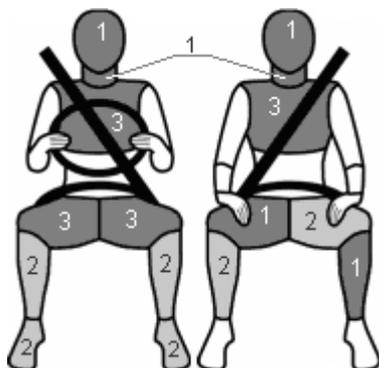


Рис. 3.1.

Манекены исследуются на повреждение головы, шеи, грудной клетки и ног, автомобиль проверяется на нарушение целостности корпуса и деформацию. Результаты используются для оценки степени защиты пассажиров по 5 уровням.

Показания, полученные с помощью манекенов, используются для оценки защиты взрослых пассажиров передних сидений (рис. 3.2).



Цвет	Уровень защиты	
Зелёный	1	Хорошая
Жёлтый	2	Достаточная
Оранжевый	3	Предельная
Коричневый	4	Слабая
Красный	5	Плохая

Рис. 3.2.

Из-за того, что в данном тесте воздействие осуществляется с одной стороны транспортного средства, усилие, прилагаемое к манекену меньше, чем при прямом лобовом столкновении.

Однако если тест на прямое полное лобовое столкновение хорошо подходит для оценки удерживающих устройств (таких как надувные подушки и ремни), которые используются для защиты пассажиров, то в данном испытании речь идет о значительной степени деформации кузова транспортного средства, что делает его вполне подходящим для оценки повреждений пассажиров от таких деформаций.

Фактически столкновения такого типа, как правило, происходят на скоростях ниже, чем при проведении теста.

Результаты этого теста не применяются к столкновениям при очень большой скорости и для других видов столкновений, когда пассажиры не пристегнуты ремнями безопасности, либо когда одним из транспортных средств, участвующих в столкновении, является грузовик большой массы.

3.3. Тест на боковые столкновения

По тяжести травм пассажиров, которые происходят при столкновениях автомобилей, боковые столкновения находятся сразу же за лобовыми столкновениями.

В ходе этого теста тележка весом 950 кг, сталкивается на скорости 55 км/ч с транспортным средством, участвующим в испытаниях, со стороны манекена, находящегося на сиденье водителя или на переднем пассажирском сиденье (рис. 3.3).

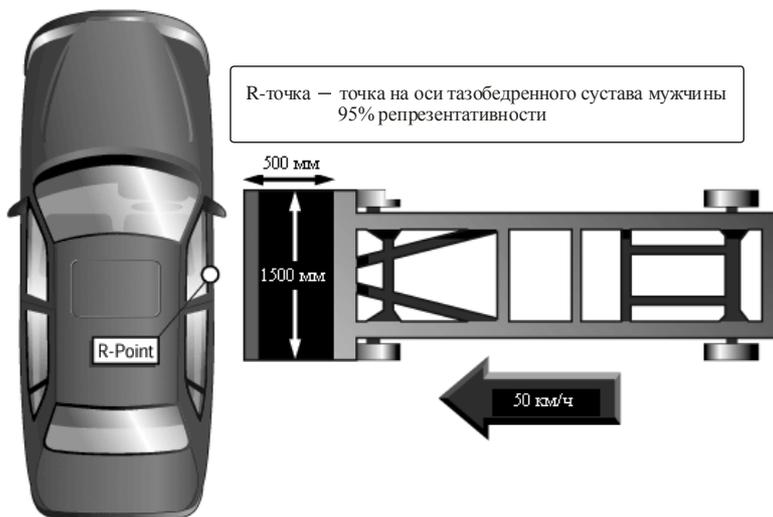


Рис. 3.3.

Манекен проверяется на предмет травмирования головы, груди, живота и таза. Результаты используются для оценки степени защиты пассажиров по 5 уровням.

Показания, полученные с помощью манекена, используются для оценки защиты водителя (рис. 3.4).



Цвет	Уровень защиты	
Зелёный	1	Хорошая
Жёлтый	2	Достаточная
Оранжевый	3	Предельная
Коричневый	4	Слабая
Красный	5	Плохая

Рис. 3.4.

Передняя часть тележки для большего подобия с обычной легковой машиной оснащена системой поглощения ударной нагрузки в виде соевой алюминиевой конструкции, которая обеспечивает ту же степень жесткости, как и автомобиль.

Фактически столкновения такого типа, как правило, происходят на скоростях ниже, чем в тесте.

Результаты этого теста не применяются к столкновениям при очень большой скорости и для других видов столкновений, когда пассажиры не пристегнуты ремнями безопасности, либо когда одним из транспортных средств, участвующих в столкновении, является грузовик большой массы.

3.4. Тест на столкновение с пешеходом

Анализ реальных наездов и имитация аварий с манекенами показали, что летальный исход в 80% всех случаев вызван травмами головы – причем как от вторичных ударов об асфальт при падении сбитого человека, так и при контакте с автомобилем. Место контакта зависит от роста человека и от конфигурации передка (рис. 3.5). В случае с легковым автомобилем это или капот, или лобовое стекло. Так как современные триплексные лобовые стекла гораздо «мягче» металла, смертельные травмы головы чаще получают при ударе о капот, о рычаги механизма стеклоочистителей. Впрочем, по краям проема лобовое стекло по степени «твердости» приближается к металлу.

Вторая группа самых многочисленных «пешеходных» травм – переломы голеней, повреждения коленных суставов и берцовых костей. Как правило, травмы ног не смертельны, но способны сделать человека инвалидом. Основная причина – удары о бампер и о передний край капота.

В 1991 году эксперты ЕЕVC разработали методику испытаний автомобилей на безопасность при наезде. Оценивать «мягкость» автомобиля по отношению к сбитому пешеходу было предложено при помощи четырех суб-тестов, которые позволяют «простучать» передок с помощью специальных приспособлений.



Рис. 3.5. Результаты компьютерного моделирования контакта пешехода с передком автомобилей разных типов [8]

Первый тест – выстрел специальной «ногой» в бампер. Второй – удар «бедром» о передний край капота. Третий и четвертый тесты – это обстрел капота и лобового стекла полусферами, имитирующими головы взрослого человека и ребенка. Все «снаряды» оснащены датчиками. Например, муляж ноги позволяет измерять угол, на который она «сложится» в коленном суставе, смещение «коленной чашечки» и замедление. А муляж головы фиксируют уровень замедлений, на основе которых вычисляется критерий травмы головы НИС.

Серии испытаний проводятся для имитации аварий, связанных с участием детей и взрослых пешеходов, когда столкновение происходит на скорости 40 км/ч. Направление и скорость выстрела «бедра» и «головы» вычисляется в зависимости от высоты и формы передка конкретного автомобиля (рис. 3.6).



Рис. 3.6.

Определяется воздействие на объект и затем дается оценка по шкале: хорошо, достаточно и допустимо (рис. 3.7). Как и другие тесты, этот основывается на руководящих материалах Европейского комитета по повышению безопасности транспортных средств.



Рис. 3.7

3.5. Полюсный тест или тест на столкновение со столбом

Примерно четверть аварий при боковых столкновениях со столбами или деревьями – тяжкие, со смертельным исходом. Многие из таких столкновений случаются, когда одна машина движется по встречной полосе движения.

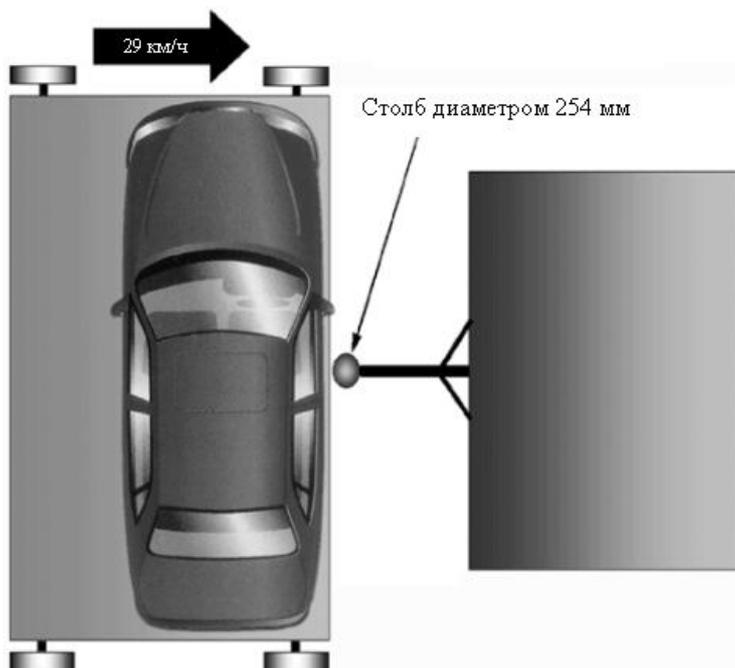


Рис. 3.8.

Чтобы стимулировать производителей к созданию устройств защиты головы, дополнительный полюсный тест или тест защиты головы может проводиться, когда устанавливают повышенные нормы безопасности. Боковые подушки безопасности помогают защитить голову, смягчая удар, и предотвращая перемещение её за пределы автомобиля через открытое окно.

Во время теста испытываемый автомобиль, движущийся боком со скоростью 29 км/ч, ударяется о жесткий столб. Этот столб относительно малого диаметра, поэтому легко проникает в бок автомобиля (рис. 3.8).

В автомобиле без подушки безопасности для головы, водитель в результате контакта головы со столбом может получить смертельное ранение.

Обычно для таких аварий вполне возможно возрастание значения критерия травмы головы (НИС) до 5000, что в 5 раз превышает вероятность серьезных травм головного мозга. В случае оборудования автомобиля подушкой безопасности для головы (с боковой стороны) критерий травмы головы при аналогичных испытаниях составил порядка 100 – 300, что значительно ниже опасного предельного значения. Боковая подушка безопасности с защитой головы, делает этот вид аварий менее опасным, несмотря на тяжесть их последствий.

3.6. Манекены, используемые в тестах на столкновения

В тестах с прямым полным лобовым столкновением и при лобовом столкновении со смещением используется для замены человеческого тела манекен «Гибрид III». Этот манекен был разработан в США и в среднем соответствует взрослому мужчине, ростом 178 см и весом 85 кг.

В тесте на боковое столкновение используется Euro SID – 1. Этот манекен был разработан в Европе и соответствует росту 178 см и весу 75 кг.

Имеются разнообразные конструкции манекенов. Их роль имеет огромное значение для жизни: имитация аварии предполагает присутствие водителя и пассажиров в автомобиле, с целью получения достоверной информации о получении травмы при наезде, а тесты на безопасное столкновение с пешеходом предполагают использование искусственной конечности для получения картины последствий столкновения.

Гибрид III и II EuroSID – это манекены, выполненные в виде стальных скелетов, покрытых резиной, имитирующей кожный покров, внутри которых установлены датчики (рис. 3.9). Каждый манекен имеет стоимость выше 100 000 фунтов стерлингов.

Манекены отвечают на вопросы: что происходит при аварии? Учебник по анатомии объясняет, какие данные являются ключевыми.

Голова. Голова сделана из алюминия и покрыта резиной. Внутри под прямыми углами монтируются три акселерометра (датчика ускорений), каждый из них передает данные о силах и ускорениях, которым мозг подвергается при аварии.

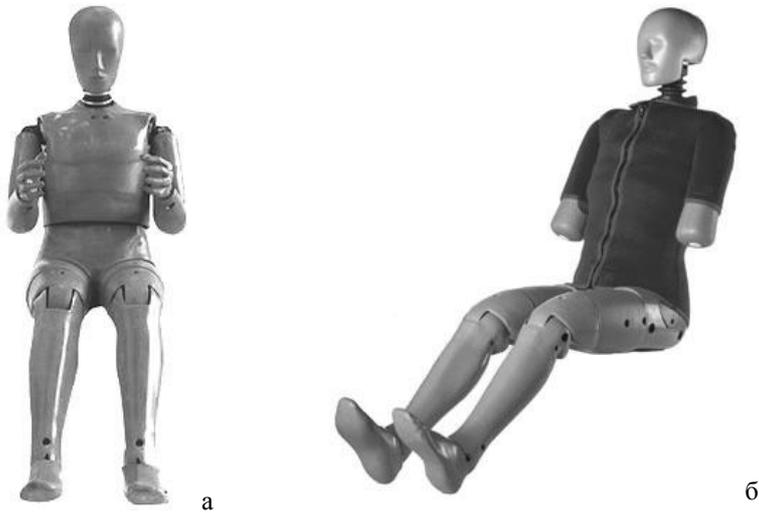


Рис. 3.9. а) Гибрид III – предназначен для сбора данных при лобовом столкновении; б) EuroSID II – предназначен для сбора данных при боковых столкновениях (используются другие приборы)

Шея. Измерительные приборы, установленные на шее, служат для определения напряжений изгиба, срезающего усилия и растягивающего усилия в шее, возникающих при движении головы вперед или назад при столкновениях (рис. 3.10).



Рис. 3.10.

Руки. Ни на одной руке не установлены датчики. При крэш-тестах руки осуществляют неуправляемое перемещение (движутся неконтролируемым образом), и поэтому сложно придумать для них обоснованную защиту.

Грудь (лобовое столкновение). Стальные ребра Гибрида III оснащены оборудованием, которое регистрирует смещения грудной клетки при лобовом столкновении. Травмы происходят в результате действия чрезмерно больших сил на грудную клетку, например от ремней безопасности.

Грудь (боковой удар). Манекен для бокового столкновения, EuroSID II, имеет грудь, отличную от других манекенов. Три ребра снабжены датчиками, регистрирующими сжатие груди и скорость этого сжатия (рис. 3.11).



Рис. 3.11.

Живот (брюшная полость). Манекен EuroSID II оснащен датчиками определения сил, которые могут вызвать травмы живота.

Таз. EuroSID II имеет датчики, установленные в тазовом поясе. Они фиксируют боковые силы, которые могут привести к переломам или смещениям бедренных суставов.

Верхняя часть ноги. В Hybrid III эта область состоит из таза, бедренной кости (бедр) и коленных суставов.

Датчики нагрузки, установленные на бедре, передают данные при лобовом столкновении о всех вероятных повреждениях, включая тазобедренный сустав, в котором могут быть перелом и вывих.

«Коленный скользящий сустав» используется для измерения силы, которая передается через колено манекена, особенно если удар приходится на нижнюю часть ноги.

Нижняя часть ноги. Датчики, установленные внутри ноги манекена, измеряют изгибающее усилие, усилие сдвига, сжатия и натяжения, позволяя оценить риск получения травм большой берцовой кости (передняя часть голени) и малой берцовой кости (соединение колена с лодыжкой).

Ступни и лодыжки. Оценка риска травмирования при лобовом столкновении дается на основании измерения деформации пространства для ног водителя (footwell – ножной колодец).

Контрольные вопросы

1. С какой целью проводят тест на прямое лобовое столкновение всей передней поверхностью (без смещения)?
2. Что оценивают по результатам теста на лобовое столкновение со смещением?
3. Что проверяют в тесте на боковое столкновение?
4. Какие суб-тесты проводят при исследовании столкновения автомобиля с пешеходом?
5. В чем отличие полусного теста от теста на боковое столкновение?

Тема 4. ПРОТОКОЛ ОЦЕНКИ БЕЗОПАСНОСТИ И БИОМЕХАНИЧЕСКИЕ ПРЕДЕЛЫ [3]

Программа EuroNCAP направлена на то, чтобы обеспечить справедливую, значимую и объективную оценку безопасности легковых автомобилей. В основу ее положены тесты по защите водителя и пассажиров при лобовом и боковом столкновении автомобиля и по защите пешеходов, сбиваемых передней частью автомобиля, разработанные EENC.

Не существует универсальной процедуры испытания, полностью отражающей защиту, которую обеспечивает автомобиль в самых разнообразных происшествиях, происходящих на дорогах. Однако транспортные средства, которые хорошо проходят эти тесты, должны обеспечивать лучшую защиту в случае ДТП, чем автомобили, которые проходят эти тесты хуже.

Не существует антропометрических манекенов, которые позволяли бы измерять все потенциальные риски причинения вреда человеку или давали бы оценку защиты пассажиров различной комплекции, располагающихся на различных сидениях. Чтобы компенсировать это, процедура оценки учитывает другие информационные материалы: кинематику пассажира, внутреннее расположение точек контакта и конструкцию транспортного средства.

Экономические ограничения не допускают повторного проведения испытаний.

Отправной точкой для оценки являются данные о реакции манекена. Первоначально каждой области тела присваивался рейтинг, основанный на измеренных параметрах манекена. Для лобового столкновения принимается во внимание возможность корректировки оценки с учетом кинематики пассажира или чувствительности к малым изменениям в расположении места контакта, которые могли бы повлиять на защиту водителя и пассажиров разного размера, находящихся на различных сидениях. При оценке также рассматриваются конструктивные особенности автомобиля с учетом таких аспектов, как смещение рулевого колеса, расположение педалей, искривленность ножного колодца, смещение стойки. Корректировка базируется как на результатах осмотра, так и на основе геометрических соображений, которые соотносятся с

оценкой той области тела, к которой они имеют самое непосредственное отношение.

Назначаемый рейтинг для различных частей тела представляется в визуальной форме в виде разноцветных сегментов на поверхности тела человека. Он присваивается водителю и пассажиру переднего сидения при лобовом столкновении и водителю при боковых столкновениях и столкновениях со столбом. Для тестов на столкновение с пешеходом его представляют в виде цветных точек на поверхности передней части машины.

На основании этой информации рассчитывают общий рейтинг автомобиля для лобового и бокового столкновений и, отдельно, рейтинг столкновения с пешеходом. Для защиты лиц, находящихся в автомобиле, общий рейтинг основан на данных для водителя, за исключением случаев, когда последствия для некоторых пассажиров оказались более плачевными. Принято, что суждение о безопасности в первую очередь относится к водителю.

Никаких попыток создания шкалы риска для жизни по тяжести получаемых травм не проводится. Аналогичным образом, не предпринимаются попытки сравнения более серьезных, но встречающихся редко рисков травмирования, с какими-либо иными рисками получения менее серьезных травм, но происходящими с большей частотой.

Скользкая шкала баллов. В настоящее время используется скользкая шкала рейтинговых баллов. Речь идет о двух предельных значениях для каждого параметра, установление более жестких границ, при выходе за которые можно получить максимальное количество баллов, и менее жесткие нижние показатели, ниже которых баллы не начисляются. При лобовом и боковом ударе максимальный балл для каждой области тела равен четырем. При столкновении со столбом 2 дополнительных балла можно получить при выполнении определенных условий. Для каждого участка удара в тесте на столкновение с пешеходом, возможно получение максимум двух баллов. Если значение оценок попадает между двух пределов, балл рассчитывается путем линейной интерполяции.

4.1. Критерии оценки лобового столкновения и предельные значения

Основные критерии оценки, используемые для лобового столкновения, с верхним и нижним предельными значениями для каждого параметра приводятся ниже. Там, где существует несколько критериев для отдельных частей тела, для определения показателей используется наиболее низкий параметр ранжирования.

Голова

Водители с рулями, оборудованными подушками безопасности, и пассажиры

Если руль оборудован подушкой безопасности, используются следующие критерии оценки защиты головы водителя. Эти критерии всегда используются и для пассажира.

Примечание: Уровни HC_{36} выше 1000 были зарегистрированы с подушкой безопасности, где не было жесткого контакта и не установлен риск внутренней травмы головы.

Если нет жесткого контакта головы (жесткий контакт предполагается, если максимум результирующего ускорения превышает 80g или есть другие доказательства жесткого контакта) присуждается 4 балла.

Если есть жесткий контакт, используются следующие ограничения:

Нижняя граница безопасности		
HC_{36}	650	5% риск получения травмы
Значение, которое превышает результирующее ускорение в течение 3 мс	72g	
Верхняя граница безопасности		
HC_{36}	1000*	20% риск получения травмы (*предел EEVC)
Значение, которое превышает результирующее ускорение в течение 3 мс	88 g	

Водители без подушки безопасности на рулевом колесе

Если на руле не установлена подушка безопасности и в тестах на лобовое столкновение встречаются значения:

- HC_{36} <1000;
- результирующего ускорения в течение 3 мс < 88 g,

то проводится тест на столкновение с деформируемым барьером со стороны руля. Испытатель пытается выбрать для проверки наиболее опасные места и, вероятно, потребуются два показателя: один из них оценивает взаимодействие с втулкой и местом крепления к ней спиц, второй – с ободом руля и местом крепления к нему спиц. Оценки базируются на следующих критериях.

Нижняя граница безопасности	
Максимальное значение результирующего ускорения	80 g
Значение, которое превышает результирующее ускорение в течение 3 мс	65 g

Верхняя граница безопасности	
Смятие ячеистой структуры	1 мм
НІС ₃₆	1000
Максимум результирующего ускорения	120 g
Значение, которое превышает результирующее ускорение в течение 3мс	80 g

За тесты с муляжами головы присуждают максимум 2 балла при результате ниже нижней границы безопасности. Для результатов выше верхней границы безопасности баллы не начисляются. Для оценки используются результаты наихудшего выполнения теста. Это означает, что автомобили, не оснащенные подушкой безопасности рулевого колеса, могут получить максимально за голову водителя – 2 балла.

Шея

Нижняя граница безопасности			
Усилие сдвига, кН / время действия, мс	1,9 / 0	1,2 / 25 – 35	1,1 / 45
Натяжение, кН / время действия, мс	2,7 / 0	2,3 / 35	1,1 / 60
Изгибающий момент, Нм	42		
Верхняя граница безопасности			
Усилие сдвига, кН / время действия, мс	3,1 / 0	1,5 / 25 – 35	1,1 / 45 *
Натяжение, кН / время действия, мс	3,3 / 0	2,9 / 35	1,1 / 60 *
Изгибающий момент, Нм	57 *	Значительный риск травмы	

* Пределы, указанные в EЕVC

Примечание: Шея. Сдвиг и натяжение оценивается по накопленному (кумулятивному) значению на графиках деформаций с границами, являющимися функцией времени. С помощью интерполяции обсчитывается точечный график относительно времени. Графики пределов и цветовые рейтинги границ приведены выше (рис. 2.4–2.6).

Грудь

Нижняя граница безопасности		
Сжатие, мм	22	5% риск травмы
VC – критерий травмирования по мягким тканям (пиковое значение реакции мягких тканей), мс	0,5	5% риск травмы

Верхняя граница безопасности		
Сжатие, мм	50 *	50% риск травмы
VC – критерий травмирования по мягким тканям (пиковое значение реакции мягких тканей), мс	1,0 *	25% риск травмы

*EEVC пределы

Колено, бедро и таз

Нижняя граница безопасности		
Сжатие бедра, кН	3,8	5% риск травмы таза
Компрессионное смещение чашечки колена, мм	6	
Верхняя граница безопасности		
Сжатие бедра, кН / длительность, мс	9,07 / 0, 7,56 / ≥ 10	* ограничение на перелом бедра
Компрессионное смещение чашечки колена, мм	15	* ограничение на разрыв крестообразных связок

* Лимит EEVC.

Примечание: Сжатие бедра оценивается по превышению накопленной деформации пределов, которые являются функциями времени. С помощью интерполяции обчисляется точечный график относительно времени. Минимальная точка этого участка дает отметку отсчета времени. Графики пределов и цветовые рейтинги границ приведены на рис. 2.8.

Голень

Нижняя граница безопасности		
Берцовый индекс большой берцовой кости (ТИ)	0,4	
Сжатие (компрессия), кН	2	
Верхняя граница безопасности		
Берцовый индекс большой берцовой кости (ТИ)	1,3 *	
Сжатие (компрессия), кН	8 *	10% риск перелома

* Лимит EEVC

Ступня / Лодыжка

Нижняя граница безопасности	
Смещение педали назад, мм	100
Верхняя граница безопасности	
Смещения педали назад, мм	200

Примечания:

1. Смещение педали измеряется на всех педалях без нагрузки на них.
2. Если какая-нибудь из педалей спроектирована так, что полностью освобождается от своих креплений при ударе, то перемещения педали в расчет не принимаются при условии, что освобождение произошло в краш-тесте и что педаль не оказывает никакого существенного сопротивления движению.
3. Если имеется механизм перемещения педали вперед при ударе, итоговое действительное положение педали используется при оценке.
4. Защита стопы / лодыжки (голеностопа) пассажира в настоящее время не оценивается.
5. Ножной колодец. Проникновение его в салон в настоящее время измеряется. Предполагается, что требования к вторжению стенок ножного колодца в ближайшем будущем будут внесены в требования EECV.

4.1.1. Поправки для лобового удара

Водитель

Баллы, полученные в тесте с манекеном водителя, могут быть изменены в следующих случаях:

- если существует вероятность получения худших результатов с реальными людьми;
- если результаты основываются только на данных о деформациях;
- если отличаются габариты или расположение субъекта на сидении;
- для происшествий с другой степенью тяжести.

Для любой области тела, оценка может быть понижена максимум на два балла.

Голова

Непостоянный контакт с подушкой безопасности

Если при перемещении головы вперед её центр тяжести сместится за пределы внешнего края подушки безопасности, контакт считается нестабильным. Оценка снижается на один балл. Если по какой-либо другой причине защита головы с помощью подушки безопасности

скомпрометирована, например в случае отрыва рулевого колеса от колонки или «пробоя» подушки безопасности головной манекена, также производится изменение оценки.

Пробой головной подушки безопасности определяется следующим образом:

- На графике имеется заметное быстрое увеличение наклона одной или нескольких линий ускорений в тот период, когда голова манекена находится глубоко внутри воздушной подушки. Скачок ускорения, связанный с достижением твердого объекта за подушкой, должен длиться более 3 мс.

- Скачок ускорения, связанный с пробоем, должен иметь максимальное значение более чем на 5 g выше вероятного уровня, который имел бы место в том случае, если бы скачка не было. Этот уровень будет определен с помощью плавной экстраполяции кривой между началом и концом скачка при пробое.

Нестабильный контакт с рулевым колесом при отсутствии подушки безопасности

Если во время движения головы вперед её центр тяжести выходит в радиальном направлении за край обода рулевого колеса, контакт считается нестабильным. Оценка снижается на один балл. Если по какой-либо иной причине контакт с рулевым колесом является нестабильным, например из-за отрыва рулевого колеса от колонки, оценка также изменяется.

Смещение рулевой колонки

Оценка понижается при чрезмерном смещении назад, вбок или вверх от исходного положения верхнего конца рулевой колонки. При смещении вплоть до 90% от установленных EEVC пределов, снижения оценки не производят. При превышении 110% от EEVC пределов, производят снижение на 1 балл. Между этими значениями, снижение оценки производят с помощью линейной интерполяции. Рекомендованные EEVC предельные значения смещений составляют: 100 мм назад, 80 мм вверх и 100 мм в поперечном направлении. Снижение оценки производят исходя из наибольшего штрафного балла для смещений назад, вбок и вверх.

Грудь

Смещение стойки

Оценка снижается за чрезмерное перемещение назад стойки передней двери водителя на высоте на 100 мм ниже самого нижнего уровня проема бокового окна. За смещение менее 100 мм снижение баллов не производят. Смещение более 200 мм наказывается двумя баллами. Ме-

жду этими пределами значение величины штрафа определяют с помощью линейной интерполяции.

Целостность салона

В случае подозрения на нарушение структурной целостности пассажирского салона применяют наказание в виде одного балла. На потере структурной целостности могут указывать такие признаки, как:

- поломка дверных петель или замка, пока дверь остается в дверном проеме;
- деформация или иная поломка двери, являющаяся следствием серьезной силы продольного сжатия;
- отделение или близкое к отделению состояние узла пересечения ограждения панели со стойкой;
- существенная потеря прочности дверного проема.

Контакт рулевого колеса

Там где налицо прямое силовое воздействие груди на рулевое колесо, в качестве наказания снимают один балл.

Колено, таз и бедро

Непостоянный контакт

Позиция коленей манекена оговорена протоколом испытаний. Следовательно, точки их соприкосновения с панелью заранее определены. Это не относится к водителям, колени которых могут принимать различные положения до удара. Различия пассажиров по габаритам и расположению на сидении может привести к различным расположениям областей контакта коленей с передней панелью, и колени могут в большей степени проникнуть в тело передней панели. Для того чтобы учесть это, рассматривается большая область потенциальных контактов с коленями. Если контакт в заранее не определенных точках этой расширенной области может быть более опасным, то баллы снижают.

Рассматриваемая область увеличивается в вертикальном направлении на 50 мм выше и ниже от максимальной высоты места фактического удара колена. Вертикально вверх рассмотрению подвергается район, расположенный до 50 мм выше, чем максимальная высота контакта колена в краш-тесте. В горизонтальном направлении ноги, расположенные ближе к дверям, могут занимать положение от центра рулевой колонки до конца лицевой панели. Область контактов ноги, расположенной ближе к центру салона, простирается от центра рулевой колонки внутрь на расстояние, при котором колено упрется в ту или иную структуру, такую как центральная консоль. Во всей этой области рассматривается глубина дополнительного внедрения на 20 мм за пределы, определенные в качестве максимального проникновения колена в тесте. Рассмат-

риваемые области для каждого колена генерируются независимо друг от друга. За пределами этих областей и глубин, где следует ожидать нагрузки на бедро больше 3,8 кН и/или смещение коленной чашечки больше чем 6 мм, к соответствующей ноге применяют один штрафной балл.

Сосредоточенная нагрузка

Биомеханические испытания, которые предусматривают получение данных по травмобезопасности, проводятся с использованием ударного инструмента (бойка) с подложкой из мягкого материала, который распределяет нагрузку по колену. Там, где имеются конструктивные узлы в области столкновения с коленом, которые могут создать сосредоточенную силу на часть колена, для соответствующей ноги добавляется один штрафной балл.

Если производитель имеет возможность продемонстрировать с помощью приемлемых экспериментальных данных, что модификаторы (штрафные баллы) для непостоянного контакта и/или сосредоточенной силы не должны применяться, снижение оценки может не применяться.

Голень

Смещение вверх наиболее травмоопасной педали

Оценка снижается за чрезмерно высокое статическое смещение педали. Значение, составляющее до 90% от предела, предусмотренного EEVC, не штрафует. За превышение 110% от лимита EEVC предусмотрен штраф в один балл. Между этими пределами значение штрафа определяют линейной интерполяцией. Предел, согласованный EEVC, равен 80 мм.

Стопа и лодыжка

Разрыв колодца для ног

Оценка снижается в случае, если существует значительный разрыв защитного кожуха (колодца) для ног. Это обычно происходит из-за расхождения швов точечной сварки. Один штрафной балл применяется за разрушение защитного кожуха. Разрыв кожуха может представлять прямую угрозу для ног водителя или быть достаточно обширным, угрожающим его функции быть стабильной опорой.

Блокировка педали

В случаях, когда перемещение внутрь салона (reward) "заблокированной" педали превышает 175 мм, применяется один штрафной балл для оценки безопасности стоп и лодыжек водителя. Педаль блокируется, если перемещение вперед «утопленной» педали под действием на-

грузки в 200 Н, является величиной <25 мм. Между 50 мм и 175 мм перемещения внутрь салона штраф рассчитывается по скользящей шкале от 0 до 1 балла.

Пассажир

В настоящее время единственными модификаторами оценки, которые применяются для пассажира на переднем сидении, являются те, которые касаются стабильности подушки безопасности, её пробоя головой (для автомобилей, где она имеется) и областей столкновения с коленями. Оценка такая же, как и для водителей. Для внешнего колена (со стороны дверей) поперечная область столкновения с коленом простирается от осевой линии пассажирского сидения до внешнего конца передней панели. Для внутреннего колена (расположенного ближе к центру салона) область простирается внутрь салона на расстояние от осевой линии сиденья до точки контакта колена с препятствием, с имеющимися некоторыми структурами, такими как центральная консоль.

Открывание дверей при ударе

Когда открывается дверь в лобовом тесте, из оценки вычитается один балл. Один штрафной балл будет применяться для всех дверей (в том числе и задней), которые самостоятельно открываются.

Цель состоит в обеспечении структурной целостности автомобиля. Основопологающий принцип заключается в том, чтобы свести к минимуму риск выброса пассажира из салона.

Штраф за "открывание двери" будет применяться при любом из событий:

- замки освобождены (открыты) полностью или частично, о чем свидетельствует значительное разъединение их элементов друг от друга, или явное отделение замка от места крепления;
- запор (защелка) вышла из полностью закрытого состояния;
- если любая из петель оторвалась от двери или корпуса или из-за внутренней поломки самой петли;
- если имеется потеря соединительных элементов между стержнями и замками;
- если двери или петли не открываются при открывании двери после теста на соударение, при нагрузке, соответствующей той, которую может создать водитель или пассажир.

Усилия открытия дверей после соударения

Сила, необходимая для разблокирования и открытия каждой боковой двери на угол 45 градусов, измеряется после удара. Запись делается

также для каждой двери, которая разблокировалась и открылась при столкновении. В настоящее время эта информация не используется для оценки безопасности, но она может быть упомянута в тексте опубликованных отчетов.

Силы открытия дверей подразделяют следующим образом:

Нормальная	Достаточно обычного усилия руки
Ограниченная сила	≤ 100 Н
Умеренная сила	> 100 Н и < 500 Н
Экстремальная (предельная) сила руки	≥ 500 Н
Недостаточно мышечной силы	Требуются вспомогательные средства

4.2. Критерии оценки боковых столкновений и предельные значения

Основные критерии оценки, используемые для бокового столкновения, а также верхний и нижний пределы показателей для каждого параметра приведены ниже. Там, где существует несколько критериев для отдельных областей тела, используется наименьший по рангу параметр для определения показателей в этой области.

Голова

Автомобили, оборудованные подушками безопасности, защищающими при боковом ударе

Если нет доказательств жесткого контакта, начисляются четыре балла. Если есть свидетельства жесткого контакта, применяют критерии для автомобилей без подушек безопасности, защищающих голову.

Получив оценку в четыре балла за защиту головы в тесте на боковое столкновение, которое происходит с деформируемым препятствием, завод-изготовитель имеет возможность финансировать тест бокового столкновения со столбом. Если при проведении этого теста следующие критерии будут выполнены, к оценке автомобиля будет добавлено два дополнительных балла.

HC ₃₆	<1000
Максимальное результирующее ускорение	<80 g
Не установлено прямого контакта головы со столбом	

**Автомобили, не оборудованные подушками безопасности
для защиты головы от бокового удара**

Нижняя граница безопасности		
НІС ₃₆	650	5% риск травмы
Результирующее ускорение. 3 мс превышение	72g	
Верхняя граница безопасности		
НІС ₃₆	1000*	20% риск травмы
Результирующее ускорение. 3 мс превышение	88 g	(* Лимит EEVC)

Примечание: уровень НІС₃₆ выше 1000 был зарегистрирован с подушками безопасности, где не происходило жесткого контакта и не было опасности внутренней травмы головы. Жесткий контакт предполагается, если пик результирующего ускорения превышает 80g или есть другие доказательства жесткого контакта.

Грудь

Эта оценка основывается на худшем результате для отдельных ребер.

Нижняя граница безопасности		
Сжатие, мм	22	5% риск травмы
VC критерий травмирования по мягким тканям (пиковое значение реакции мягких тканей)	0,32	5% риск травмы
Верхняя граница безопасности		
Сжатие, мм	42*	30% риск травмы
VC критерий травмирования по мягким тканям (пиковое значение реакции мягких тканей)	1,0*	50% риск травмы

*Пределы EEVC

Живот

Нижняя граница безопасности		
Суммарная сила, действующая на живот, кН	1,0	
Верхняя граница безопасности		
Суммарная сила, действующая на живот, кН	2,5 *	(*Предел EEVC)

Таз

Нижняя граница безопасности		
Лобковая сила Symphysis, кН	3,0	
Верхняя граница безопасности		
Лобковая сила Symphysis, кН	6,0*	Перелом таза у молодых людей (*Предел EЕVC)

4.2.1. Модификаторы оценок при боковом ударе

Спинная часть кирасы (плоскость спины)

Там, где нагрузка на плоскость спины F_y превышает 4,0 кН, к оценке грудной клетки водителя начисляют два штрафных балла. Между 1,0 кН и 4,0 кН штрафные баллы рассчитываются с использованием скользящей шкалы от 0 до 2 баллов.

Нижняя граница безопасности	F_y	1,0 кН
Верхняя граница безопасности	F_y	4,0 кН

T12 модификатор

Если нагрузка на 12 позвонок F_y и M_x превышает 2,0 кН и/или 200 Нм, соответственно, к оценке грудной клетки водителя начисляют два штрафных балла. В промежутке 1,5–2,0 кН или 150–200 Нм штрафные баллы рассчитываются с использованием скользящей шкалы от 0 до 2 баллов. Оценка основывается на наихудшем значении параметра.

Нижняя граница безопасности	F_y	1,5 кН;	M_x	150 Нм
Верхняя граница безопасности	F_y	2,0 кН;	M_x	200 Нм

Открытие дверей во время бокового удара

Если дверь открывается во время теста на боковое столкновение с барьером или со столбом, из оценки соответствующего теста вычитают один балл. Коррекцию оценки на один балл применяют для каждой двери, которая открывается при тестировании, включая заднюю.

Целью является обеспечение структурной целостности автомобиля. основополагающий принцип заключается в том, чтобы свести к минимуму риск выброса пассажира из салона.

Снижение оценки за "открывание двери" будет применяться, если имел место любой из следующих случаев:

- замки открыты полностью или частично, о чем свидетельствуют значительные зазоры между их элементами, или явное отделение замка от места крепления;
- защелка вышла из полностью закрытого состояния;
- если любая из петель оторвалась от двери или корпуса или из-за внутренней поломки самой петли;
- если имеется потеря соединительных элементов между стержня-ми и замками;
- если двери или петли не открываются при открывании двери после теста на соударение, при нагрузке, соответствующей той, которую может создать водитель или пассажир.

4.3. Тест на столкновение со столбом

Применяется снижение оценки на один балл, если подушки безопасности для защиты головы были развернуты не в полной мере.

4.4. Критерии оценки столкновения с пешеходом и предельные их значения

Основные критерии оценки, используемые для испытания транспортного средства на столкновение с пешеходом, верхние и нижние пределы для каждого параметра приводятся ниже. Там, где существуют несколько критериев для отдельных тестов, используется наименьший по рангу параметр для определения прохождения этого теста.

Муляж головы

Нижняя граница безопасности	НІС15	1000*	20% риск травмы (*ЕЕVС предел)
Верхняя граница безопасности	НІС ₁₅	1350	

Верхняя часть муляжа ноги

Нижняя граница безопасности		
Изгибающий момент, Нм	300 *	18% риск перелома бедра/таза
Сумма сил, кН	5,0 *	20% риск перелома бедра/таза (*ЕЕVС пределы)

Верхняя граница безопасности		
Изгибающий момент, Нм	380	(33% риск перелома бедра/таза)
Сумма сил, кН	6,0	(36% риск перелома бедра/таза)

Муляж ноги

Нижняя граница безопасности		
Отрицательное ускорение бедра	150 g*	27% риск перелома нижней части ноги
Смещение колена по касательной	6 мм*	
Угол изгиба колена	15° *	(*EEVC пределы)
Верхняя граница безопасности		
Отрицательное ускорение бедра	200 g	46% риск перелома нижней части ноги
Смещение колена по касательной	7 мм	
Угол изгиба колена	20°	

4.5. Визуальное представление результатов

Для лобового и бокового столкновения, защиту, обеспечиваемую для каждой области тела взрослого человека, представляют визуально, с помощью цветных сегментов в пределах очертания тела. Используемый цвет зависит от баллов, полученных этой областью тела (значение округляют до двух знаков после запятой):

Цвет	Оценка в баллах
Зелёный	4,00
Жёлтый	2,67 – 3,99
Оранжевый	1,33 – 2,66
Коричневый	0,01 – 1,32
Красный	0,00

Способ представления результатов столкновения со столбом следующий:

- прошедшему тест на столкновение со столбом присваивается зеленая звезда, наносимая на голову водителя со стороны бокового удара;

- при прохождении этого теста на пределе присваивается желтая звезда, наносимая на голову водителя со стороны удара;
- при неудачном прохождении теста со столбом на голову водителя со стороны удара наносится контур звезды;
- для автомобиля, не участвовавшего в тесте на столкновение со столбом, никакие дополнительные графические элементы не используются.

Для пешеходов защита, обеспечиваемая каждым тестируемым участком, иллюстрируется закрашенной областью на внешней передней части автомобиля. В зависимости от набранных при тестировании областей баллов (с округлением до двух знаков после запятой), используются следующие цвета:

Цвет	Оценка в баллах
Зеленый	2,00
Желтый	0,01 – 1,99
Красный	0

4.6. Общие оценки

Для защиты от лобового и бокового столкновений выставляется общая оценка. Она, как правило, основана на баллах, выставляемых за безопасность водителей, за исключением тех случаев, когда какая-либо область тела пассажира получает более низкий балл. В этом случае оценка пассажира используется для данной области тела. Отдельная общая оценка в настоящее время выставляется за защиту пешеходов. Общие оценки вычисляются следующим образом.

Для лобового столкновения области тела группируются с назначением рейтинга для группы, равного оценке, наихудшей из оценок областей или конечностей, включенных в группу. Рассматривают следующие группы:

- голова и шея;
- грудь;
- колени, бедра, таз (т.е. левые и правые бедра и коленные чашечки);
- нога и ступня (т.е. левая и правая голень, ступня и лодыжка).

В тестах на боковое столкновение с барьером (сотовой конструкции, распределяющей нагрузку) и с пешеходом используются все области тела. В тесте на столкновение со столбом в настоящее время рассматривается только голова.

Для получения общего рейтинга баллы, набранные каждой областью, суммируются. В случае лобового столкновения и бокового столк-

новения с барьером, распределяющим нагрузку по поверхности, рассматривается по четыре области, каждая из которых может оцениваться до четырех баллов. Тест на столкновение со столбом потенциально может добавить 2 балла. Это дает возможность получения максимальной общей оценки, равной 34 балла.

При столкновении с пешеходом каждый из 18 возможных участков может получить не более двух баллов, что дает возможность получения общей оценки в 36 баллов. Однако если изготовитель автомобиля выбирает и финансирует дополнительные испытания либо на удар муляжа ноги, либо на удар верхней части муляжа ноги, оценка будет рассчитываться следующим образом:

Пример: *Тестирование муляжом головы:*

Прохождение EuroNCAP теста дало значение НИС 1300 = 0,07 балла/четверть.

Дополнительные испытания дали значение НИС 1050, что оценивается как 0,43 балла/четверть.

Оценка EuroNCAP теста	Оценка дополнительного теста	Число четвертей, определенных производителем для тестирования	Произведение числа областей на баллы
0,07		0	$(0,07 \times 4) = 0,28$
0,07	0,43	1	$(0,07 \times 3) + (0,43 \times 1) = 0,64$
0,07	0,43	2	$(0,07 \times 2) + (0,43 \times 2) = 1,00$
0,07	0,43	3	$(0,07 \times 1) + (0,43 \times 3) = 1,36$

Тестирование удара муляжа ноги/верхней части муляжа ноги (основанное на худшем результате):

В тесте EuroNCAP получен сгиб колена на угол 19°, что оценивается как 0,2 балла/половину.

В дополнительных испытаниях получен сгиб колена на угол 16°, что оценивается 0,8 балла/половину.

Оценка EuroNCAP теста	Оценка дополнительного теста	Число половок, определенных производителем для тестирования	Произведение числа областей на баллы
0,20		0	$(0,2 \times 2) = 0,40$
0,20	0,80	1	$(0,2 \times 1) + (0,80 \times 1) = 1,00$

Если производитель назначил дополнительную зону (-ы) для испытания и результаты в этой зоне (ах) оказались хуже, чем в зонах, назначенных EuroNCAP, то зоне (ам), которая не подвергалась проверке, припишут лучший результат, независимо от результатов в номинированных изготовителем зонах.

В каждом случае общая оценка округляется до ближайшего целого только после сложения баллов за лобовое, боковое столкновения и столкновение со столбом.

Например:

Оценка за лобовое столкновение = 7,51.

Оценка за боковое столкновение = 10,87.

Общий балл = 18,38.

Итоговая оценка 18 баллов.

4.7. Соотношение между оценками в баллах и количеством звезд за прохождение тестов на лобовое и боковое столкновение

Для определения рейтинга с помощью звезд используются общие оценки и соотношение между оценками за лобовые и боковые столкновения. Транспортным средствам, которые показали очень плохие результаты в тестах на лобовое или боковое столкновение звездный рейтинг ограничивают, чтобы показать, что они не обеспечивают хорошей всесторонней защиты.

Существует минимальное количество баллов как для теста на лобовое столкновение, так и на боковое столкновение (включая соударение со столбом) для присвоения звезды.

Используют следующие соотношения между оценками безопасности при лобовых и боковых столкновениях и числом звезд:

Суммарные оценки в баллах	Соответствующее количество звезд
33 – 40 баллов	*****
25 – 32 балла	****
17 – 24 балла	***
9 – 16 баллов	**
1 – 8 баллов	*

Однако если оценки за различные тесты несбалансированные, то применяются следующие ограничения:

Необходимое минимальное количество баллов для каждого теста	Звездный рейтинг
13 баллов	*****
9 баллов	****
5 баллов	***
2 балла	**

4.8. Соотношение между оценками в баллах и количеством звезд за прохождение тестов на столкновение с пешеходом

Суммарные оценки в баллах	Соответствующее количество звезд
28 – 36	*****
19 – 27	***
10 – 18	**
1 – 9	*

4.9. Перечеркнутые звезды

Возникли опасения, что в средствах массовой информации «раскручиваются» с помощью рейтинга некоторые автомобили, которые

весьма слабо обеспечивают защиту даже некоторых важных областей тела. Там, где могут возникнуть такие проблемы, последняя звезда, оценивающая защиту водителя и пассажиров, перечеркивается одной красной диагональной линией.

Последняя звезда перечеркивается при оценке в ноль баллов, определенной только на основе реакции манекена, для любой области тела, где есть **"недопустимо высокий риск получения травм, опасных для жизни"**. В лобовом столкновении следующие части тела могут привести к перечеркиванию звезды: голова, шея и грудь. При боковом столкновении с барьером (с распределенной нагрузкой) – голова, грудь, живот и таз.

4.10. Концепции, лежащие в основе оценки

4.10.1. Лобовое столкновение

Голова

Предполагается, что движение головы водителя ограничено воздушной подушкой, и она должна оставаться защищенной подушкой безопасности во время смещения вперед. При этом не должно быть «пробоя» (прохождения насквозь через нее) подушки безопасности.

Необходим геометрический контроль положения рулевого колеса, для того чтобы основание воздушной подушки оставалось как можно ближе к проектной позиции, что обеспечивает защиту пассажиров всех размеров.

Шея

Травмы шеи являются частыми, но относительно мало известно о соответствующих критериях травмирования. Критерии для шеи, рекомендованные EECV, используются для выявления недостаточно продуманных удерживающих систем. Мало вероятно, что многие автомобили не соответствуют этим требованиям.

Кроме ограничений, рекомендованных EECV, по просьбе производителей автомобилей были добавлены дополнительные ограничения. Предполагается, что у хорошей удерживающей системы не будет никаких проблем, связанных с этими критериями.

Грудь

Сжатие ребер используется в качестве основного фактора риска получения травмы. Предполагается, что Viscous Criterion – критерий травмирования по мягким тканям (пиковое значение реакции мягких тканей)

только идентифицирует автомобили с низкими показателями удерживающих систем.

Существует взаимосвязь между нагрузкой на грудь, которая измеряется на манекене, и проникновением внутрь салона элементов конструкции корпуса. Для обеспечения хорошей сбалансированности используется геометрический критерий вторжения на уровне поясицы, изменяемый перемещением стойки двери на уровне поясицы.

В случае превышения предела устойчивости элементами конструкции, любые дополнительные нагрузки могут привести к непредсказуемым дальнейшим чрезмерным деформациям пассажирского салона. При потере устойчивости салона воспроизводимость реакции автомобиля в тестах становится слабой и уверенность в прохождении теста автомобилем снижается.

Критерий эффективности для груди разработан для нагрузок, создаваемых ремнем безопасности. Более концентрированная нагрузка от "жесткого" рулевого колеса подвергает грудь опасности получения травмы.

Живот

Защита живота играет важную роль, но в настоящее время не существует ни критериев, ни оценок его безопасности.

Колено, таз и бедро

Передача нагрузок на коленный сустав от верхней части голени к бедру может привести к разрыву крестообразных связок.

Отсутствие перемещения коленной чашечки и желательно, и возможно. При верхнем предельном значении показателя ограничены возможные перемещения под действием сил в осевом направлении по голени.

Область, подвергающаяся удару коленом, должна иметь одинаково хорошие свойства по всей ширине потенциальных участков удара. Это учитывается из-за различия положения колен у различных людей при сидении, а также из-за незначительных разбросов углов удара. Характеристики области не должны заметно измениться, если проникновение коленей несколько больше, чем отмечено в этом тесте у манекена 50% репрезентативности. Здесь учитываются защищенность водителей и пассажиров различных габаритов или их различное расположение на сидении.

Нагрузки на колено должны быть равномерно распределены, и не должно быть их концентрации, иначе возможны локальные повреждения колена.

Работа по определению предела, за которым происходит травмирование, опирающаяся на узаконенный критерий бедра, была проведена с использованием «подбитого» пеной бойка (муляжа), который распределял ударные нагрузки по колену.

Голень

Нагрузки, от которых происходит перелом берцовой кости, создают изгибающий момент и силы, которые можно измерить у верхних и нижних концов большеберцовой кости. Данные измерений на голени соотносят с риском перелома голени.

Стопа и лодыжка

По мнению экспертов, индекс голени (Tibia Index) менее 0,2 достаточен для предотвращения перелома голеностопного сустава. До тех пор пока биологически точное описание взаимодействия лодыжки и стопы не будет достаточно изучено, оценка будет основываться на проникновении конструктивных элементов вовнутрь салона при деформации. Вторжение в значительной мере связано с риском получения травмы.

Разрыв оболочки пространства для ног (ножного колодца) подвергает пассажира и водителя дополнительным опасностям: объекты, находящиеся вне салона, могут попасть внутрь, части тел водителя и пассажира могут выйти за пределы салона и вступить в контакт с внешними предметами, существует риск пораниться о края, корпусные конструкции могут потерять устойчивость.

4.10.2. Тест на столкновение со столбом (полюсный тест)

Полюсный тест используют для испытания систем, предназначенных для обеспечения защиты головы от бокового удара в самых разных ситуациях. Он необходим, так как обычный тест на столкновение с барьером, распределяющим нагрузку при боковом ударе, не представляет никакой угрозы для головы от объектов, расположенных снаружи транспортного средства. Полагаясь только на боковой тест с барьером, распределяющим нагрузку, можно получить ложные представления о гарантии защиты головы при боковом ударе.

4.11. Критерии оценки манекенов детей и предельные значения

4.11.1. Автомобили, оснащенные передними пассажирскими подушками безопасности

Дети в детских удерживающих устройствах (ДУС), ориентированных спинкой вперед, подвергаются серьезному риску получения смертельной травмы, если они находятся на переднем сидении в автомобиле, оснащенный передней подушкой безопасности во включенном состоянии. Euro NCAP будет применять штрафные санкции (еще не определены) для машин, где не будут приняты адекватные меры, позволяющие избежать этого вида риска. Для избежания штрафа следует воспользоваться устройством отключения подушек безопасности. В то же время, будет применяться более мягкое наказание в том случае, если автомобиль оснащен этикетками, которые удовлетворяют минимальные требования EuroNCAP.

При отсутствии отключающего подушку безопасности устройства, оценка основывается на предоставленной этикетке. В настоящее время достоинства, отраженные с помощью маркировки, сообщаются в текстовой форме. В будущем предполагается, что штрафы будут отражаться на рейтинге автомобиля, если информация на этикетке не отвечает минимальным требованиям. Проверяется также, обеспечивает ли маркировка менее жесткие нормативные требования.

Минимальные требования к предупреждающей этикетке подушки безопасности

1. Предупреждающая этикетка должна быть видна для того, кто собирается установить ДУС, ориентированное спинкой вперед, на сидении.

2. Предупреждающая этикетка должна быть легко читаемой, должна содержать четкие пиктограммы и не оставляющий сомнений текст, по крайней мере, на одном из языков страны, в которой продано ТС. Она должна предупредить, используя средства, привлекающие внимание, о смертельном риске или серьезных травмах детей в ДУС, ориентированных спинкой вперед. Этикетка должна содержать:

- инструкции не применять ДУС со спинкой, направленной вперед, на сидении, оборудованном подушкой безопасности;
- предупреждающая этикетка должна быть прочно прикреплена к транспортному средству таким образом, что ее нельзя было убрать из автомобиля в течение всего его срока эксплуатации.

3. Должно быть постоянное предупреждение, которое хорошо видно с водительского и пассажирского сидений, даже когда пассажирская дверь закрыта.

Для оценки работы ДУС используют критерии, которые рекомендует изготовитель транспортного средства.

Манекен	P 1 1/2	P 3
Голова		
Нижняя граница безопасности		
Превышение в течение 3 мс вертикальным ускорением значения ¹	20g	n/a

Верхняя граница безопасности		
Перемещение вперед ^{2, 3} , мм	550 ^{4, 5}	550 ^{4, 5}
Грудь		
Нижняя граница безопасности		
Превышение в течение 3 мс результирующим ускорением значения ⁶	41g	41g
Превышение в течение 3 мс вертикальным ускорением значения ⁶	23g	23g
Верхняя граница безопасности		
Превышение в течение 3 мс результирующим ускорением значения ⁷	55g	55g
Превышение в течение 3 мс вертикальным ускорением значения ⁷	30g	30g

Примечания:

1. Для контроля осевой нагрузки на шею.
2. Относительно точки Сг.
3. Нет контакта с салоном (с интерьером салона).
4. Отсутствует сила сжатия в верхней части головы.
5. Не применяется к ДУС со спинкой расположенной вперед, которое обеспечивает нахождение головы в пределах корпуса (оболочки) ДУС, и если

отсутствует опасность контакта с салоном автомобиля или проникающими в него объектами и где траектория движения манекена хорошо контролируется.

6. 75% от предела ECE 44.03.

7. Предел 44.03 ECE.

4.11.2. Детские удерживающие устройства, обращенные вперед (группы I, II и III)

Критерий перемещения головы в направлении движения основан на Правилах ECE 44.03. Добавив требование отсутствия контакта с салоном автомобиля, EuroNCAP стремится поощрить соразмерность между детским удерживающим устройством и пространством в транспортном средстве. Контакт между головой и интерьером может привести к травме головы или шеи. При отсутствии возможности у манекена отслеживать риск от сдвига, вызывающего повреждение шеи, единственный способ избежать опасности – это предотвратить контакт.

4.11.3. Детские удерживающие средства (группы 0+, I и II, не опирающиеся на лицевою панель)

Голова не должна высовываться за пределы ДУС, чтобы избежать опасности травмирования. Требования к удерживающим средствам смягчаются при условии, что риск находится под контролем. Требование к сжимающей нагрузке предотвращает использование верхней части головы в качестве средства удержания тела.

EuroNCAP налагает ограничение на вертикальное ускорение грудной клетки. Правила ECE 44.03 уточняют, что ускорение измеряется в направлении "от живота к голове".

Примечания:

1. Детские удерживающие средства проверяются на соответствие маркировки требованиям к наклейкам Правил ООН ECE 44.03, с учетом расположения сидения на транспортном средстве.

2. Детские удерживающие средства проверяются на совместимость с системой, используемой для установки их в транспортном средстве.

3. Любое значительное повреждение в столкновениях регистрируется.

4. Установка ALR / ELR переключаемых ремней безопасности регистрируется. Протокол требует, чтобы этикетки, объясняющие их использование, были постоянно видимыми для пользователя. Если это так, функция ALR не будет применяться.

4.11.4. Боковое столкновение

В отсутствие удовлетворительных манекенов детей и биомеханических критериев для бокового столкновения выбраны простые критерии. В настоящее время манекены детей используются только в боковом столкновении с барьером, обеспечивающим распределение нагрузки.

Для манекенов обоих размеров:

- 1) голова манекена должна находиться в ДУС в течение столкновения¹;
- 2) в течение 3 мс результирующее ускорение головы <80g.

4.12. Рейтинг безопасности детей [4]

Протокол оценки защиты детей определяет методы оценки в EuroNCAP безопасности 1,5 годовалых и 3-х летних детей в динамике при использовании манекенов серии Р. Протокол не пригоден для использования в транспортных средствах, где не предусмотрена установка детских удерживающих систем на заднем сидении.

Присвоение транспортному средству рейтинга, выраженного в виде некоторого количества звезд, производится исходя из общей суммы баллов, набранных следующим образом:

Количество баллов	Звездный рейтинг
1 – 12	*
13 – 24	**
25 – 36	***
37 – 48	****
49 – 60	*****

В настоящее время, максимальное количество баллов, которые могут быть набраны, составляет 49. Однако если произойдет дополнительное развитие ДУС, рейтинговая система оценки с помощью звезд позволяет учитывать дополнительные баллы, необходимость присвоения которых возникнет в будущем.

Баллы присваиваются в следующих категориях (максимально возможное количество баллов по каждой категории приводятся в скобках):

Оценка динамики (12 баллов / ДУС) производится по следующим показателям:

1. Вылет за пределы транспортного средства (эжектирование).
2. Контакт головы с транспортным средством.
3. При лобовом столкновении:
 - 3.1. Контакт головы с ДУС.
 - 3.2. Перемещение головы (ДУС расположены лицом по ходу движения).

¹ Ни одна часть головы не должна выступать за пределы наружной поверхности детского удерживающего устройства.

3.3. Выход головы за пределы ДУС (экспозиция) (ДУС расположены спинкой по направлению движения).

3.4. Натяжение шеи (ДУС расположены спинкой по направлению движения).

3.5. Грудь.

4. Боковой удар.

4.1. Удерживание головы.

4.2. Контакт головы с ДУС.

Оценка ДУС

1. "Маркировка" ДУС (4 балла / ДУС).

1.1. Дополнительные требования маркировки (ISOFIX ДУС).

1.2. Дополнительные требования маркировки (специфичные ДУС для авто).

2. Связующее звено между ДУС и авто (2 балла / ДУС).

Оценка транспортных средств

1. Использование ДУС на переднем сидении.

1.1. Предупреждающая маркировка о наличии подушек безопасности (2 балла).

1.2. Отключение подушки безопасности (3 балла).

2. Оборудование трехточечными ремнями безопасности (1 балл).

3. Габарит (1 балл).

4. На всех пассажирских сидениях возможна установка универсальных ДУС (1 балл).

5. ISOFIX.

5.1. Эргономичность (1 балл).

5.2. Наличие 3-х или более позиций для универсального крепления ISOFIX (1 балл).

5.3. Наличие 2-х или более позиций для самого большого крепления ISOFIX (1 балл).

6. Встроенная (интегрированная) ДУС.

6.1. Два или более встроенных ДУС (1 балл).

6.2. Одна или более групп I-III (1 балл).

4.12.1. Оценка динамики

1. Эжектирование (вылет ребенка за пределы удерживающей системы). Если происходит выброс манекена ребенка полностью или частично за пределы ДУС, такое ДУС получает 0 баллов за динамические свойства. В противном случае баллы начисляются, как это указано ниже.

2. Контакт головы с транспортным средством. Если произошел контакт головы с любой частью транспортного средства, ДУС, в котором находился манекен, получает 0 баллов за показатель оценки безо-

пасности головы и шеи в этом испытании. В противном случае баллы начисляются, как это указано ниже.

3. Лобовое столкновение.

3.1. Контакт головы с ДУС. Контакт определяется либо:

- а) по наличию прямого свидетельства контакта;
- б) по превышению пиковым ускорением значения 80g.

При отсутствии контакта Р 1½ получает 2 балла, Р3 – 4 балла.

При наличии контакта баллы зависят от значения результирующего ускорения головы, которое в течение 3 мс составляет:

Р1½	2 балла \leq 72g	0 баллов \geq 88g
Р3	4 балла \leq 72g	0 баллов \geq 88g

Примечание: Между предельными значениями, используется скользящая шкала, для этого и других параметров.

3.2. Перемещение головы (ДУС расположены по ходу движения).

Оценивается по возможности максимальное перемещение головы относительно точки Сг. Если перемещение головы не может быть определено, оно считается \leq 549 мм. Во всех остальных случаях баллы будут основываться на следующем:

Р1½	2 балла \leq 549 мм	0 баллов \geq 550 мм
Р3	4 балла \leq 549 мм	0 баллов \geq 550 мм

Если в будущем более точный метод измерения перемещения головы будет разработан, то может быть внедрена скользящая (плавающая) шкала. Опять же, в будущем рассмотрению могут быть подвергнуты базовые границы внутренней геометрии транспортного средства.

3.3. Выход головы за пределы (ДУС расположены спинкой по ходу движения).

При соблюдении следующих требований:

- а) отсутствуют сжимающие нагрузки на верхнюю часть головы;
- б) голова полностью остается внутри оболочки корпуса ДУС при перемещении манекена вперед (т.е. верхушка головы не должна подвергаться возможности прямого контакта с выступающими частями транспортного средства).

Р1½ получит 2 балла, а Р3 – 4 балла.

3.4. Натяжение шеи (ДУС установлены спинкой по ходу движения).

В качестве показателя, замещающего оценку натяжения шеи, используются вертикальное ускорение головы, которое действует в течение 3 мс.

P1½ (только)	2 балла ≤ 20g	0 баллов ≥ 40g
--------------	---------------	----------------

Примечание: Датчиком, расположенным в шее, силу можно измерять непосредственно, что может быть использовано в будущем.

3.5. Грудь

Оценка груди производится по худшему значению из оценок двух параметров, как описано ниже.

Результирующее ускорение груди, действующее не менее 3 мс		
P1½ и P3	4 балла ≤ 41g	0 баллов ≥ 55g
Абсолютное значение вертикального ускорения груди, действующее не менее 3 мс		
P1½ и P3	4 балла ≤ 23g	0 баллов ≥ 30g

В целом динамический показатель лобового столкновения равен худшей из оценок {(Контакта головы с ДУС), (Перемещения головы), (Выход головы за пределы)} плюс оценка натяжения шеи, плюс оценка груди.

4. Боковой удар

4.1. Удержание головы

Если голова выходит за пределы оболочки ДУС, то ДУС, в котором находится манекен, набирает 0 баллов. В противном случае баллы начисляются согласно пункту 4.2, приведенному ниже.

Примечание: Термин "Содержится" требует, чтобы между головой и виртуальной вторгающейся вертикальной плоскостью, представляющей боковую конструкцию транспортного средства, оставалась некоторая поглощающая энергию секция бокового крыла. Также не должно быть разломов ДУС, которые могли бы отразиться на работе бокового крыла ДУС.

4.2. Контакт головы с ДУС. Контакт определяется:

- а) прямым свидетельством контакта;
- б) пиковое ускорение > 80 g.

При отсутствии контакта P1½ и P3 получают по 4 балла.

При наличии контакта оценка зависит от значения результирующего ускорения головы, которое в течение 3 мс превышает некоторый предел.

P1½ и P3	4 балла ≤ 72g	0 баллов ≥ 88g
----------	---------------	----------------

4.12.2. Оценка ДУС

1. Маркировка ДУС

Если маркировка на ДУС полностью соответствует требованиям к маркировке ДУС и связанным с ними дополнительными требованиями по маркировке ДУС, то ДУС будет присуждаться 4 балла. Иначе – 0 баллов.

Если ДУС или часть ДУС одобрены для использования в различных конфигурациях, Euro NCAP оценит маркировку для каждой конфигурации. Баллы будут присуждаться только в том случае, если требования удовлетворены для всех конфигураций.

ДУС маркировка должна полностью соответствовать следующим требованиям Правил ЕСЕ ООН 44.03, Ревизия 1 и поправки с 1 по 5. Поскольку эти требования постоянно обновляются, внимание будет уделено обновлению Euro NCAP требований с целью предотвращения конфликтов.

Примечание: Нумерация пунктов ниже такая же, что и в Правилах ЕСЕ ООН 44.03, дополнениях к ним и приложениях проекта.

4.3. Если удерживающие устройства предназначены для использования в сочетании с ремнями безопасности для взрослых, правильный маршрут крепления должен быть пояснен при помощи рисунков прочно прикрепленных к удерживающим устройствам. Если удерживающее средство крепится на месте с помощью взрослых ремней безопасности, положения (маршруты) лямок должны быть четко обозначены на этом средстве цветом. Цвет для маршрута крепления ремня безопасности, который будет использоваться при монтаже устройства лицом по направлению движения, должен быть красным, а когда монтируется устройство спинкой в направлении движения – синим. Те же цвета должны быть использованы и на этикетках устройства, которые иллюстрируют методы его использования (Правила ЕСЕ ООН 44.03).

Должны четко разграничиваться направления движения поясного и диагонального элементов ремня безопасности. Обозначения, такие как кодировка цвета, надписи, формы и т.д., используются для распознавания каждого элемента ремня безопасности (Правила ЕСЕ ООН 44.03, поправка 5).

На любой иллюстрации, поясняющей маршрут прохождения ремня по удерживающему устройству, ориентация удерживающего ребенка устройства по отношению к транспортному средству должна быть четко указана. Схемы маршрута прохождения ремня, на которых не показано сидение транспортного средства, являются неприемлемыми (Правила ЕСЕ ООН 44.03, Поправка 5).

Маркировки, указанные в настоящем пункте, должны быть видимы вместе с удерживающим средством в автомобиле. Для удерживающего средства группы 0 эта маркировка должна быть видимой с ребенком, находящимся в удерживающем средстве (Правила ЕСЕ ООН 44.03).

4.4. На видимой внутренней поверхности (включая боковое крыло за головой ребенка), приблизительно в зоне нахождения головы ребенка, которая лежит в детском удерживающем устройстве, ориентированном спинкой вперед, должны быть прочно прикрепленные этикетки (на них должна присутствовать, как минимум, текстовая информация) (Правила ЕСЕ ООН 44.03, Поправки 1 и 5).

Этикетка должна быть представлена на языке (языках) страны, в которой устройство поступает в продажу.

Минимальный размер этикетки: 60 x 120 мм.

Этикетка должна быть пришита к поверхности по всему периметру и/или прочно прикреплена к крышке всей задней поверхностью. Любая другая форма крепления, но постоянная и не снимаемая с продукции и не делающаяся незаметной, приемлема. Использование знаков в виде флажка однозначно запрещается.

Если элементы удерживающего устройства или любые дополнительные приспособления, поставляемые заводом-изготовителем детского удерживающего устройства, могут закрыть собой этикетку, то требуется дополнительная этикетка. Одна предупреждающая этикетка должен быть видима из всех положений готового к использованию удерживающего устройства в любой конфигурации (Правила ЕСЕ ООН 44.03, поправки 1 и 5).



Линии очертания этикетки, вертикальные и горизонтальные – черные линии. Изображение черное на белом фоне. Круг и линия красная на белом фоне. Нижний текст – черный на белом фоне. Верхний текст и символ – черные на желтом фоне. ВНИМАНИЕ. Запрещается устанавливать детское сидение со спинкой по ходу движения на переднем си-

дении, оборудованном подушкой безопасности. Это может повлечь смерть или СЕРЬЕЗНЫЕ УВЕЧЬЯ.

4.5. При использовании детских удерживающих систем, которые могут располагаться лицом вперед или назад, на этикетках должны быть слова: "ВНИМАНИЕ – НЕ ИСПОЛЬЗОВАТЬ в положении лицом ПО НАПРАВЛЕНИЮ ДВИЖЕНИЯ ДО ДОСТИЖЕНИЯ РЕБЕНКОМ ВЕСА → (см. инструкции)" (Правилами ЕСЕ 44.03 и поправки 1 и 5).

4.6. В случае детских удерживающих систем с альтернативными маршрутами крепления ремней должны быть указаны альтернативные точки контакта, воспринимающие нагрузки между детским удерживающим устройством и ремнем безопасности для взрослых. Эта маркировка должна указывать, что она является альтернативным маршрутом ремня, и соответствовать вышеприведенным требованиям к кодированию для сидений, ориентированных по ходу движения или против него (Правила ЕСЕ ООН 44.03, поправки 2 и 5).

4.7. Если детская удерживающая система создает нагрузку на альтернативные точки контакта, маркировка, предписанная в пункте 4.3, должна включать указание на то, что альтернативные маршруты ремня описаны в инструкции (Правила ЕСЕ ООН 44.03, поправки 2 и 5).

Кроме того, EuroNCAP налагает следующие требования:

- а) надписи должны постоянно присутствовать на ДУС;
- б) маркировочные надписи должны быть легко видимыми для пользователя, производящего установку ДУС с любой стороны ДУС. Любая информация, относящаяся к установке, должна быть хорошо видима, в момент выполнения установки;
- в) маркировка должна пояснить, как все необходимые компоненты ДУС используются для каждого размера ребенка.

Дополнительные требования маркировки (ISOFIX):

- а) надписи на ДУС должны показывать, как следует использовать крепления ISOFIX;
- б) на этих маркировочных этикетках должны быть указания по подготовке сидения к установке. Они должны содержать информацию о том, каким образом система крепления ISOFIX раздвигается (продлевается);
- в) на маркировке должны быть обозначены позиция, функция и смысл любого "пояснения" ("tell tales.");
- г) такая маркировка должна указывать позицию и метод использования «верхнего страховочного фала» или других средств, ограничивающих вращение ДУС;
- д) маркировка должна указывать, каким образом система крепления ISOFIX, верхнего страховочного фала или других средств, ограничивающих ДУС от вращения, должна корректироваться (настраиваться);

е) надписи также должны отвечать требованиям для детских удерживающих устройств, используемых в конкретных транспортных средствах;

ж) для универсальных креплений ISOFIX, маркировка должна указывать следующее:

- ДУС должны использоваться только на сиденьях, оборудованных верхним ремнем (страховочным тросом), который одобрен (утвержден) для использования с трехточечным универсальным креплением ISOFIX;
- следует избегать использования на сиденьях без верхнего страховочного троса;

- верхний ремень (страховочный трос) является неотъемлемой частью удерживающей системы;

з) для полууниверсальных креплений ISOFIX на маркировке должно быть указано следующее:

- ДУС должен использоваться только в сочетании с устройством для предотвращения вращения и иметь разрешение на использование с устройством для предотвращения вращения;

- советы по вопросам использования и настройки устройства для предотвращения вращения;

- устройство для предотвращения вращения является существенной частью удерживающей системы.

Дополнительные требования к маркировке (специальные авто и полууниверсальные крепления ISOFIX):

а) сиденья, утвержденные для специальных транспортных средств, или полууниверсальные крепления должны иметь следующую дополнительную информацию, четко и постоянно отображенную на сидении. Важно содержание, конкретные формулировки второго и третьего пунктов не должны формулироваться следующим образом:

Внимание! Это детское сидение только для использования в определенных моделях автомобилей.

Список подходящих моделей транспортных средств приложен к инструкции по ДУС;

б) конкретный перечень транспортных средств, действующий на момент производства ДУС, должен содержаться в инструкции по ДУС;

в) текст должен быть написан на одном из языков страны, в которой продается ДУС.

2. Совместимость ДУС с автомобилем

Для положения при сидении спиной вперед совместимость оценивается для всех комбинаций ДУС и настроек (регулировок) транспортных средств, если они не являются недопустимыми, о чем свидетельствуют надписи на постоянных наклейках или на самом транспортном средстве. Такие маркировки должны быть четко видимыми для пользо-

вателя, устанавливающего ДУС. В настоящее время эта оценка не учитывает требование к пространству.

Если нет проблемы с совместимостью, ДУС получает 2 балла. В противном случае – 0 баллов.

Дополнительные требования к внутреннему устройству автомобиля (универсальные ДУС)

Примеры несовместимости:

а) аппаратные средства взрослого ремня, которые испытывают избыточную нагрузку из-за взаимодействия между пряжкой и точкой контакта ремня безопасности;

б) геометрия взрослого ремня безопасности такова, что в месте крепления ремня и ДУС имеется зазор. Это приводит к чрезмерному перемещению ДУС вперед до создания натяжения ремнем безопасности.

Дополнительные требования к интерфейсу (ISOFIX и другие ДУС)

Примеры несовместимости:

а) предусмотрена недостаточная опора ногам для обеспечения дополнительного удержания в ДУС;

б) у сидений ISOFIX обнаружены возможные ситуации неправильного закрепления – неправильная фиксация может быть связана со стыковочными узлами ISOFIX или с любым фиксатором между ДУС и ее монтажной рамой или опорой ног.

Чтобы избежать неправильной фиксации:

а) маркировка ДУС должна включать инструкции физической проверки зацепления замков, например путем оттягивания ДУС;

б) правильность блокировки защелки должна визуально подтверждаться с помощью сигнальной лампочки. Контрольный сигнал должен быть хорошо виден пользователю при установке ДУС.

4.12.3. Оценка транспортных средств

1. Использование ДУС на переднем сидении

1.1. Предупреждающая маркировка наличия подушки безопасности

Если ТС оснащено передней подушкой безопасности со стороны сидения пассажира и предупреждающая наличие ее маркировка полностью соответствует требованиям, показатель защиты детей получает оценку 2 балла. Если не установлена подушка безопасности на варианте модели, предложенном к испытанию по EuroNCAP, но она предусмотрена в качестве дополнительной опции, оценка будет проводиться для автомобиля с факультативно установленными подушками безопасности. Если не имеется подушки безопасности, показателю защиты детей при-

сваивается 2 балла независимо от наличия предупреждающей маркировки.

а) Ярлык должен содержать текст и пиктограмму, предупреждающие об опасности, связанной с использованием ДУС со спинкой, обращенной по ходу движения авто, на переднем сидении, оборудованном подушкой безопасности. ИСО пиктограмма является предпочтительной, поскольку она должна наноситься на ДУС.

б) Текст должен быть, по крайней мере, на одном из языков страны, где автомобиль продается.

в) В тексте должно быть указание о "смерти и тяжелых телесных повреждениях" в качестве возможных последствий при несоблюдении рекомендаций.

г) Знак должен бросаться в глаза и быть видимым.

д) Знак должен быть прочно прикреплен к транспортному средству, но не к лобовому стеклу, которое может быть заменено в течение срока эксплуатации транспортного средства.

1.2. Требования по отключению подушки безопасности

Если автомобиль оснащен системой, которая автоматически определяет наличие ЛЮБОЙ ДУС, ориентирующей ребенка лицом против движения и устраняющей любой риск, связанный с разворачиванием надувных подушек безопасности, показатель безопасности ребенка оценивается в 3 балла. Такая система должна повторно активировать подушки безопасности после удаления ДУС.

Если для любого варианта модельного ряда не предусмотрена передняя подушка безопасности для сидения пассажира, показатель безопасности ребенка оценивается в 2 балла. Если подушки безопасности не являются обязательными (устанавливаются в качестве дополнительной опции), оценка будет основываться на транспортном средстве, снабженном подушками безопасности.

Если переднее сиденье пассажира оборудовано передней подушкой безопасности, и любое из следующих требований выполнено, показатель безопасности ребенка оценивается в 2 балла.

а) Имеется возможность отключения «дилера» (подушки безопасности).

б) Подушка безопасности может деактивироваться (выключаться) ручным или автоматическим выключателем, отвечающим следующим требованиям:

- водитель и пассажир на переднем сиденье должны быть оповещены легко различимой предупреждающей информацией о состоянии подушек безопасности. Если информация о том, что подушка безопасно-

сти включена, предоставляется световым сигналом, необходимо, чтобы это табло (лампочка) горело только в течение 60 секунд, после включения зажигания. Информация, свидетельствующая о том, что подушка безопасности "отключена", должна выводиться постоянно, когда зажигание включено;

- информация о возможности перевозки ребенка в ДУС лицом против движения или о защите взрослого пассажира должна быть однозначно воспринимаемой;

- любой текст должен быть приведен на одном из языков страны, где автомобиль продается;

- информация должна быть четкой, без ссылок на руководство пользователя автомобиля или на другой источник;

- должна быть исключена возможность получения пользователем ложной информации;

- система должна корректно реагировать на изменение положения переключателя при включенном зажигании и при работающем или неработающем двигателе, если допускается возможность изменения положения переключателя.

Когда технология "автоматического распознавания" любого ДУС, расположенного спинкой по ходу движения, станет общедоступной, другие варианты будут исключены.

2. Оснащение трехточечными ремнями безопасности

Если все пассажирские сидения, расположенные по направлению движения или против направления движения оснащены трех точечными ремнями безопасности, показатель безопасности ребенка оценивается 1 баллом.

3. Габарит

Если оба боковых задних сидения, используемые ДУС в краш-тесте, соответствуют следующим требованиям, которые основаны на Правилах ЕСЕ ООН 16.04, показатель безопасности ребенка оценивается в 1 балл.

а) При правильном расположении ремней безопасности взрослых относительно внешней поверхности детского сидения (габарита), основание детского сидения (габарита) должно соприкасаться с верхней поверхностью передней и задней частей подушки. Если такого контакта не происходит из-за зазора для прохода ремня через детское сидение (габарит), этот зазор можно заполнить заподлицо с нижней поверхностью габарита (Правила ЕСЕ ООН 16.04, Приложение 17, добавление 1, Пункт 3.1).

б) Коленная часть ремня должна касаться крепления с обеих сторон в задней части прохода для поясного ремня (Правила ЕСЕ ООН 16.04, Приложение 17, добавление 1, Пункт 3.2).

в) При отсутствии объекта в пределах системы взрослых ремней безопасности, при застегнутой пряжке, должна быть предусмотрена возможность создания натяжения не менее 50 Н в поясной части ремня посредством внешнего натяжения диагональной части ремня в сторону верхней направляющей ремня безопасности (Правила ЕСЕ ООН 16.04, п. 8.2.2.5.2.).

4. Все пассажирские сидения пригодны для универсальных ДУС

Если будут выполнены следующие требования, показатель безопасности ребенка оценивается в 1 балл.

а) В руководстве пользователя указано, что все пассажирские места пригодны для использования универсальных ДУС (U) группы 0 и группы 1 (Правила ЕСЕ ООН 16.04 и проект дополнения 15 Приложения 17 Дополнение 3).

б) Все пассажирские сиденья отвечают требованиям, подробно описанным выше в пункте "габарит".

в) Если альтернативные сидения, спинки и настройки креплений ремней безопасности используются для проверки габарита, информация об альтернативных позициях должна быть включена в таблицу руководства пользователя автомобилем.

5. Фиксатор ISO (ISOFIX) (вид крепления)

5.1. Эргономичность

Если два пассажирских сидения соответствуют следующим требованиям, показатель безопасности ребенка оценивается в 1 балл.

а) Каждое кресло, которое оснащено креплениями ISOFIX, должно быть помечено (промаркировано). Должно быть ясно, какая из пар креплений ISOFIX должна использоваться совместно.

б) Место расположения каждого ISOFIX крепления должно быть промаркировано.

в) Местонахождение каждого верхнего страховочного троса должно иметь маркировку.

г) Маркировка должна включать как текст, так и пиктограмму.

д) Маркировка должна иметь бросающийся в глаза дизайн, текст и пиктограмма должны иметь цвета, которые контрастируют с их фоном.

е) Маркировка должна быть постоянно в пределах видимости. Этикетки в виде флажка не допускаются.

ж) Маркировка должна постоянно находиться на данном транспортном средстве.

з) Каждое крепление должно быть оснащено постоянным приспособлением, которое помогает физически выровнять защелку ISOFIX с креплением.

и) Должна быть возможность легкой настройки (подгонки) верхнего фала, без проведения каких-либо подготовительных мероприятий на транспортном средстве, за исключением простого открытия крышки у верхнего страховочного троса или корректировки положения держателя (опоры) головы. Так, например, считается неприемлемым снятие опоры головы.

5.2. Три или более позиции для универсального ISOFIX крепления

Если ТС находится в соответствии со следующими требованиями, показатель безопасности ребенка оценивается в 1 балл.

а) должно быть три или более пассажирских мест, пригодных для одновременной работы с универсальным креплением ISOFIX ДУС, оснащенным верхним страховочным тросом.

б) Все эти пассажирские сиденья отвечают требованиям, подробно описанным в "Эргономичность ISOFIX", приведенным выше.

5.3. Две или более позиции для самых больших ISOFIX

Если ТС соответствует следующим требованиям, показатель безопасности ребенка оценивается в 1 балл.

а) Два или более пассажирских места пригодны для одновременного расположения на них самых больших ориентированных лицом назад (класс C) ISOFIX ДУС, крепление Fixture (CRF) ISO/R3 (Правила ЕСЕ ООН 16.04, Проект дополнения 15 и в качестве исправления 1 к проекту дополнения 15, приложение 17, добавление 2, пункт 4).

б) При проверке CRF на заднем сидении сидение транспортного средства, расположенное перед этим задним сидением, может быть сдвинуто в продольном направлении вперед, но не далее его среднего положения (между его максимально задним и передним положениями). Угол наклона спинки сидения также может быть подрегулирован, но не больше, чем до положения по вертикали, которое соответствует углу туловища в 15 градусов (Правила ЕСЕ ООН 16.04, проект дополнения 15, приложение 17, добавление 2, пункт 2.2).

4.12.4. Интегрированные ДУС

1. Два или более интегрированных ДУС

Если ТС оснащено двумя или более интегрированными ДУС в качестве стандартного оборудования, показатель безопасности ребенка оценивается в 1 балл.

2. Одна или больше групп I-III комплексных ДУС

Если ТС оснащено одной или несколькими "группами I-III" комплексных ДУС в качестве стандартного оборудования, показатель безопасности ребенка оценивается в 1 балл.

Примечание: группа I – для детей массой от 9 кг до 18 кг,
группа II – для детей массой от 15 кг до 25 кг,
группа III – для детей массой от 22 кг до 36 кг.
(Правила ЕСЕ ООН 44,03, Параграф 2.1.1)

4.13. Концепции и разъяснения оценок безопасности детей

Эжектирование

Ребенок должен надежно удерживаться в удерживающем устройстве и не выпадать из него (не выходить за его пределы).

Вылет головы за пределы защитного устройства (ДУС, ориентированного спинкой по ходу движения)

Оболочка ДУС должна быть в состоянии частично поглотить энергию взаимодействия между головой ребенка и вторгшегося объекта в течение всего времени перемещения манекена вперед.

Нахождение головы в пределах ДУС

Корпус ДУС должен быть в состоянии поглотить некоторую часть энергии между головой ребенка и вторгающейся вертикальной плоскостью, ударяющей сидение при боковом столкновении.

Маркировка ДУС

Информация о детском сидении должна быть достаточной для того, чтобы позволить пользователю правильно устанавливать удерживающие средства. Такая информация должна быть ясной, всегда видимой для пользователя и сохраняться в течение всего срока эксплуатации сидения.

Пользователи детских сидений, которые могут быть установлены против направления движения, должны быть информированы и получить напоминание о рисках, которым подвергаются дети, находящиеся в таких сидениях, от передних воздушных подушек.

Дополнительная маркировка (для специфичных авто)

Пользователи конкретного (специфичного) авто или полууниверсальных удерживающих ISOFIX (креплений) должны быть осведомлены о том, что такие сидения предназначены только для использования на ограниченных видах автомобилей, перечисленных в инструкции.

Совместимость ДУС с автомобилем

Детское сиденье должно быть совместимым с методами фиксации в транспортном средстве, рекомендованными заводом-изготовителем автомобиля.

Предупреждающая маркировка о наличии подушки безопасности

Предупреждение относительно опасности, которую создает передняя воздушная подушка безопасности для ребенка, расположенного спиной вперед в детском удерживающем устройстве, должно постоянно находиться на транспортном средстве в течение всего срока эксплуатации автомобиля и иметь однозначно воспринимаемую маркировку.

Требования отключения подушки безопасности

Транспортные средства должны обеспечивать безопасную перевозку ребенка, находящегося на переднем пассажирском сидении в ДУС, ориентированном против направления движения, в идеале, без дополнительных действий со стороны монтажника (этого устройства).

При наличии ручного переключателя для отключения подушки безопасности меры предосторожности должны быть предприняты для того, чтобы переключатель не был доступен ребенку.

При использовании трех точечных ремней безопасности

Независимо от ориентации вперед или назад сидения должны быть оснащены трехточечными ремнями.

Габарит

Конструкция ремня безопасности взрослого должна обеспечить совместимость между взрослым ремнем безопасности и универсальным ДУС.

Все пассажирские сиденья, пригодные для универсальных ДУС

Все доступные для сидения места должны быть в состоянии обеспечивать надлежащее взаимодействие с обычными универсальными детскими сиденьями и быть оборудованными взрослыми ремнями безопасности.

Эргономичность

Пользователи автомобилей, оснащенных креплениями ISOFIX, должны быть осведомлены о существовании и расположении креплений, включая все крепления верхнего страховочного троса. Постоянно должно быть доступно руководство по правильной установке ДУС.

Три или более позиции для универсального крепления ISOFIX

Транспортные средства, которые обеспечивают три или более сидячих мест, пригодных для ДУС с универсальным креплением ISOFIX, оснащенных верхним страховочным тросом, должны быть поощрены.

Два или более места для самых больших ISOFIX

Транспортные средства, в которых имеется, по крайней мере, два сидения, приспособленных для ISOFIX, в которых возможно разместить ДУС ISOFIX самого большого размера, ориентированных спинкой по ходу движения, должны быть вознаграждены.

Два или более комплексных (интегрированных) ДУС

Транспортные средства, которые в стандартной комплектации имеют два или более интегрированных удерживающих средства, должны быть вознаграждены.

Одно или более интегрированных ДУС для групп I-III

Транспортные средства, в которых доступно, по крайней мере, одно общее удерживающее средство, пригодное для всех возрастных групп, за исключением самых маленьких детей, для которых используют переносные удерживающие устройства, должны быть поощрены.

Контрольные вопросы

1. Каковы верхние и нижние границы безопасности по критерию травмы головы НІС₃₆ для водителей и пассажиров автомобилей, оборудованных подушками безопасности?

2. Каковы верхние и нижние границы безопасности по изгибающему моменту шеи (компрессионному смещению коленной чашечки, сжатия голени)?

3. В каких случаях вводят штрафной балл за "открывание двери" при столкновениях?

4. Как классифицируют силу, необходимую для разблокирования и открытия каждой боковой двери на угол 45 градусов после удара?

5. Как визуально представляют защиту, обеспечиваемую для каждой области тела взрослого человека?

6. Что означает контур звезды, нанесённый на голову водителя?

7. Что означает перечеркнутая одной красной диагональной линией последняя звезда, оценивающая защиту водителя и пассажиров?

8. По каким показателям производят оценку динамики детских удерживающих средств (ДУС)?

9. По каким показателям оценивают ДУС?

10. По каким показателям оценивают транспортные средства, оборудованные ДУС?

11. Как связан риск получения любой травмы от средней массы автомобилей – участников столкновения?

12. На сколько скорость автомобиля с рейтингом в 3 – 4 звезды может превысить скорость автомобиля с более низким рейтингом при условии одинакового риска травмирования в серьезных авариях?

СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Рябчинский А.И. Механизм травмирования человека в автомобиле и биомеханика дорожно-транспортных происшествий. – Таллин: Валгус, 1979.

Crash Analysis. Criteria Description. Version 1.6.1. Arbeitskreis Messdatenverarbeitung Fahrzeugsicherheit. April 2004/

Европейская программа оценки безопасности нового автомобиля (EuroNCAP). Протокол оценки безопасности и биомеханические пределы. Версия 4.1 март 2004 года. (www.euroncap.com).

Программа оценки новых европейских автомобилей (Euro NCAP) Протокол оценки защиты детей. Версия 1.0с, декабрь 2004 года. (www.euroncap.com)

How does euroncap results correlate to real life injury risks - a paired comparison study of car-to-car crashes. anders lie – Swedish National Road Administration and Karolinska Institutet, Sweden. Claes Tingvall – Monash University Accident Research Centre, Australia. Paper presented at the Ircobi conference. Montpellier 20 September 2000.

NASVA – National Agency for Automotive Safety & Victims' Aid (Национальное Агентство Безопасности Движения и Помощи Пострадавшим). <http://www.nasva.go.jp/mamoru/index.html>

Чарльз Дж. Какэйн Оценка модернизированных в 1998–1999 гг. передних воздушных подушек безопасности. Сообщение Номер DOT HS 810 685. Август 2006.

Авторевю № 3, 2003. КРАШ-ТЕСТ. Пусть бегут неуклюже...

ПРИЛОЖЕНИЯ

П1. КАК РЕЗУЛЬТАТЫ ОЦЕНКИ БЕЗОПАСНОСТИ АВТОМОБИЛЕЙ EURO NCAP КОРРЕЛИРУЮТ С РЕАЛЬНЫМИ РИСКАМИ ПОЛУЧЕНИЯ ТРАВМ [5]

Евро NCAP никогда не предназначалась для предсказания реальных последствий автомобильных аварий. Невозможно, даже теоретически, сделать это в форме ранжирования с помощью звезд без учета вклада различных факторов. Возникает вопрос: до какой степени существует полная корреляция между успешным по оценкам Евро NCAP применением лучших средств защиты во фронтальных и боковых столкновениях и полученным преимуществом в реальных столкновениях?

За основу исследования был принят статистический метод анализа – техника парного сравнения, в которой используют два автомобиля-участника столкновения для сопоставления относительных рисков. Относительный риск повреждения для исследуемого автомобиля вычислялся путем сравнения результатов повреждения в одном транспортном средстве с результатами повреждений в другом ТС, участвовавшем в столкновении. Метод предполагает, что повреждения в обоих автомобилях независимы друг от друга, учитывая определенную серьезность воздействия.

В парном методе сравнения результаты разрушений в автокатастрофах с двумя автомобилями сгруппированы в четыре группы: x1 (пострадавшие в обоих автомобилях), x2 (пострадавшие только в автомобиле – инициаторе ДТП) и x3 (пострадавшие только в транспортном средстве – оппоненте). Если никто не пострадал в ДТП, x4 (обычно это означает, что данные не доступны).

		Автомобиль-оппонент	
		Травмированные	Нет пострадавших
Автомобиль-инициатор ДТП	Травмированные	x1	x2
	Нет пострадавших	x3	(неизвестный) x4

Соотношение риска между автомобилями – участниками ДТП определено как отношение между пострадавшими в автомобиле-инициаторе и в автомобиле-оппоненте. Предполагалось, что автомобили-оппоненты являются выборкой из генеральной совокупности автомобилей.

$$R_1 = (x_1 + x_2) / (x_1 + x_3). \quad (\text{П1.1})$$

При различии в весе между участниками ДТП, повреждения автомобилей неодинаковы. Масса автомобиля нелинейно связана с риском получения травм. Для сравнения столкновений автомобилей различных масс вводилась корректировочная функция. *На основании анализа, установили, что риск любой травмы, включая серьезные и смертельные, увеличивается или уменьшается на 7% на каждые 100 килограмм отклонения от средней массы автомобилей – участников столкновения.* Корректировочная функция описывалась уравнением:

$$R_{\text{comp}} = R_1 \frac{1,07^{((M_{\text{case}} - M_{\text{avg}})/100)}}{1,07^{((M_{\text{opp}} - M_{\text{avg}})/100)}}. \quad (\text{П1.2})$$

Парный метод сравнения описывает средний риск получения травмы в автомобиле. Основываясь на тех же данных, можно получить информацию об относительном уровне риска по изменению скорости. Метод получения функции риска использует различие в массе между двумя автомобилями, участвующими в столкновении. Изменение скорости для индивидуального транспортного средства зависит от относительной скорости движения автомобилей и соотношения масс. Это следует из закона сохранения импульса:

$$\Delta V = V_{\text{rel}} \frac{M_2}{M_1 + M_2}. \quad (\text{П1.3})$$

При обработке данных реальных столкновений проанализированы автомобили различных классов, при этом транспортные средства – оппоненты подразделялись на массовые категории.

Исследование основано на полицейских сообщениях об авариях в Швеции между 1994-01-01 и 2000-03-15. Полицейские на месте классифицировали повреждения в соответствии с определениями ЕСЕ. Использовались четыре уровня повреждения: отсутствие травм, небольшой ушиб, серьезная травма и смертельная травма. Серьезные повреждения, как правило, приводят к госпитализации. Изучены только травмированные водители. Данные были проанализированы в двух группах: одна содержит только серьезные и смертельные травмы и вторая – смертельные, серьезные травмы и небольшие ушибы вместе. Автомобили сгруппированы в соответствии с Евро NCAP рейтингом по количеству звезд. Использовались приведенные Евро NCAP данные по автомобилям. В расчет принималась сумма баллов для лобового и бокового тестов. Для определения количества звезд Евро NCAP использует количество баллов, набранных автомобилем из диапазона 0–34.

Автомобили без Евро NCAP оценок использовались как справочные. В качестве таких автомобилей выступали только модели 1994 и более раннего года выпуска. В качестве автомобиля-оппонента в соударениях использовались автомобили с весом от 700 кг до 2500 кг. Из общего количества изученных случаев в 1779 наблюдались серьезные или фатальные травмы, а в 12214 случаях получены незначительные повреждения. В автомобилях с известными оценками безопасности по Евро NCAP погибло 20 водителей, 273 были сильно травмированы и 2172 получили небольшой ушиб.

Таблица П1.1

**Распределение числа ДТП с нанесением травм
в автомобилях-инициаторах столкновения
и автомобилях-оппонентах**

Серьезные и фатальные повреждения	Автомобиль-оппонент		Незначительные, серьезные и фатальные повреждения	Автомобиль-оппонент	
1	2		3	4	
Автомобили без оценки по Евро NCAP					
n=1227	Есть пострадавшие	Нет пострадавших	n=8460	Есть пострадавшие	Нет пострадавших
Есть пострадавшие	(x1) 343	(x2) 411	Травмированный	(x1) 2688	(x2) 2867
Нет пострадавших	(x3) 473	Неизвестно (x4)	Неповрежденный	(x3) 2905	Неизвестно (x4)
Автомобили по классификации Евро NCAP, имеющие 2 звезды					
n=226	Есть пострадавшие	Нет пострадавших	n=1534	Есть пострадавшие	Нет пострадавших
Есть пострадавшие	(x1) 55	(x2) 80	Травмированный	(x1) 486	(x2) 574
Нет пострадавших	(x3) 91	Неизвестно	Неповрежденный	(x3) 474	Неизвестно

давших		вестно (x4)	ный		но (x4)
--------	--	----------------	-----	--	---------

Окончание табл. П1.1

1	2		3	4	
Автомобили по классификации Евро NCAP, имеющие 3 звезды					
n=267	Есть пострадавшие	Нет пострадавших	n=1866	Есть пострадавшие	Нет пострадавших
Есть пострадавшие	(x1) 68	(x2) 59	Травмированный	(x1) 596	(x2) 577
Нет пострадавших	(x3) 140	Неизвестно (x4)	Неповрежденный	(x3) 693	Неизвестно (x4)
Автомобили по классификации Евро NCAP, имеющие 4 звезды					
n=59	Есть пострадавшие	Нет пострадавших	n=354	Есть пострадавшие	Нет пострадавших
Есть пострадавшие	(x1) 20	(x2) 11	Травмированный	(x1) 119	(x2) 113
Нет пострадавших	(x3) 28	Неизвестно (x4)	Неповрежденный	(x3) 122	Неизвестно (x4)

Из представленных значений с помощью П1.1 вычислен относительный риск получения травмы. Относительный риск пережить фатальное или серьезное повреждение рассчитан так же, как риск выдержать меньшее повреждение относительно фатального. В процессе вычисления, рассчитывались средние массы для автомобиля-инициатора ДТП и для автомобиля-опонента. Количество баллов Евро NCAP для автомобилей, имевших оценку по Евро NCAP, суммировалось и определялось среднее значение.

Таблица П1.2

Относительные оценки рисков, рассчитанные по осредненным массам и осредненным оценкам безопасности по Евро NCAP

Количество звезд	Риск (R1) серьёзных и фатальных повреждений	Риск (R1) всевозможных повреждений	Средняя масса инициатора (кг)	Средняя масса оппонента (кг)	Средние баллы по Евро NCAP
1	2	3	4	5	6
Отсутствие	0,92	0,99	1332	1287	

Окончание табл. П1.2

1	2	3	4	5	6
2	0,92	1,10	1260	1288	13,09
3	0,61	0,91	1450	1297	21,06
4	0,65	0,96	1362	1304	25,98

Если учесть корректировку влияния массы на распределение серьезности повреждений с помощью П1.2, то значения рисков изменятся незначительно (табл. П1.3). Корректировка выполнена в два этапа: первая компенсация выполнена, чтобы приспособиться к уровню безопасности в реальном движении, где массовые различия для транспортных средств участников учтены. На втором этапе компенсация устраняет эффект массы.

Таблица П1.3

Относительный риск с учетом компенсации влияния массы для учета реальных условий столкновения

Количество звезд	Риск (R1) серьезных и фатальных повреждений (s.d)	Риск (R1) серьезных и фатальных повреждений. Коррекция массы ¹	Риск (R1) серьезных и фатальных повреждений. Коррекция массы для crash-теста ²	Риск (R1) всевозможных повреждений (s.d)	Риск (R1) всевозможных повреждений. Коррекция массы ¹	Риск (R1) всевозможных повреждений. Коррекция массы для реальных условий ³
Нет	0,92 (0,01)	0,95	0,98	0,99 (0,01)	1,02	1,00
2	0,92 (0,03)	0,91	0,89	1,10 (0,02)	1,08	1,00
3	0,61 (0,03)	0,68	0,75	0,91 (0,02)	1,01	1,00
4	0,65 (0,03)	0,67	0,70	0,96 (0,03)	1,00	1,00

В круглых скобках приведено стандартное отклонение.

¹ Компенсация выполнена только для транспортного средства противника с 7% в 100 кг.

² Компенсации выполнены также для транспортного средства виновника на том же самом уровне с 7% в 100 кг.

На рис. П1.1 показан относительный риск после корректировки массы. Так как все массовые эффекты удалены, результаты сопоставимы с результатами crash-теста (crash-тест моделирует столкновение с транспортным средством той же самой массы). Результаты Евро NCAP приведены в виде средних значений. Можно отметить, что для двух- и трехзвездных автомобилей средние баллы участников столкновений выше, чем медианные значения для диапазонов, соответствующих 2-м и 3-м звездам (которые составляют 12 и 20 баллов соответственно). Четырехзвездные автомобили, участвовавшие в столкновениях, имеют средний балл ниже медианы для диапазона, соответствующего этому классу (28 баллов).

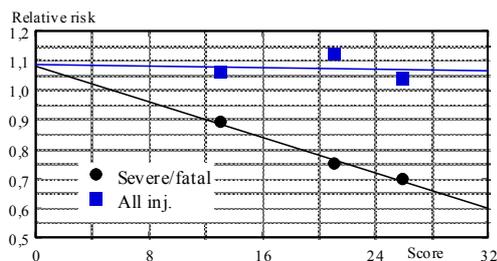


Рис. П1.1. Относительный риск повреждения с учетом корректировки массы в зависимости от оценки по шкале Euro NCAP:

● – очень тяжелые / смертельные; ■ – все травмы

Если провести линейную аппроксимацию данных на рис. П1.1, то значения медиан для полос, разбивающих автомобили на звездные классы, могут быть вычислены. Эта операция показывает предполагаемый уровень риска для серьезных и фатальных повреждений автомобилей, имеющих 4, 12, 20 и 28 пунктов в Евро NCAP балльной системе.

**Предсказанный относительный риск для центров полос,
соответствующих звездной классификации,
с учетом коррекции массы для условий crash-теста**

Количество звезд (балл соответствует медиане диапазона для данного класса)	Риск (R1) серьезных травм. Корректировка массы для crash-теста
1 (экстраполируемый)	(1,02)
2	0,90
3	0,78
4	0,66

На рис. П1.2 и П1.3 относительные функции риска (относительный риск повреждения против относительного изменения скорости) автомобилей без оценки (0 звезд) или оцененных 2-мя звездами, сопоставлены с автомобилями, оцененными 3-мя или 4-мя звездами. Видно, что существует устойчивое различие между двумя группами ТС, которое проявляется в большей степени при серьезных авариях. Однако может быть замечено, что в этом диапазоне, 3-х и 4-х звездные автомобили допускали изменение скорости приблизительно на 12% выше, чем 0 и 2-х звездные автомобили, при том же риске для серьезного и фатального повреждения. Из рис. П1.3 видно, что нет никакого различия в отношении небольших травм, хотя они, в общем, более или менее столь же чувствительны к жесткости столкновений, как серьезные и фатальные травмы.

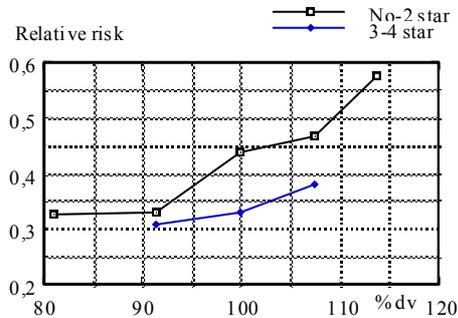


Рис. П1.2. Функция риска для серьезной и фатальной травм
относительного изменения скорости

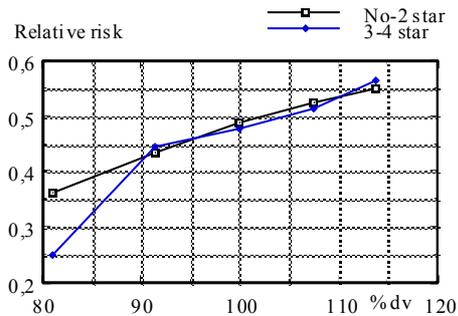


Рис. П1.3. Функция риска для всех повреждений относительно изменения скорости

По результатам этих исследований можно сделать вывод:

- Наблюдается значимая, устойчивая корреляция между Евро NCAP оценкой безопасности и риском получения серьезной или смертельной травмы.
- Никакие достоверные отношения между Евро NCAP оценкой и небольшими повреждениями не обнаружены.
- Транспортные средства с высоким рейтингом, как группа, имели более низкий риск получения серьезной и смертельной травмы в интервале воздействий 0–110% dv. Это указывает на то, что в авариях такой категории скорость в испытаниях по Евро NCAP была достаточной.

В целом, на транспортных средствах с высоким рейтингом происходит приблизительно на 30% меньше фатальных и серьезных травм по сравнению транспортными средствами с более низким рейтингом.

Для достижения таких же значений рисков в серьезных и фатальных авариях у 3-х и 4-х звездных машин скорость должна иметь значение приблизительно на 12% большее, чем у машин более низких по классификации.

П2. ОЦЕНКА БЕЗОПАСНОСТИ НОВЫХ ЯПОНСКИХ АВТОМОБИЛЕЙ [6]

Особенностью дальневосточного региона является насыщенность его автомобилями преимущественно японского производства, как правило, подержанными и разработанными для эксплуатации в Японии и, в соответствии с ее законодательством, отличающимися от европейского. Поэтому актуальным является вопрос рассмотрения методики оценки безопасности, принятой в Японии, а также оценка по ней производимых там новых автомобилей.

Для проверки характеристик безопасности при столкновении проводятся тесты на лобовое столкновение всей передней частью автомобиля (полное лобовое столкновение), на лобовое столкновение со смещением и испытание на боковое столкновение. Баллы рассчитывают для каждого теста, и общий рейтинг получают путем их суммирования.

П2.1. Расчет баллов по результатам испытаний на полное лобовое столкновение и на лобовое столкновение со смещением

Повреждения головы, шеи, грудной клетки и ног измеряют на манекене. Эти повреждения затем преобразуют в значения по четырехбалльной шкале с помощью функции перехода, используемой для оценки автомобилей в Соединенных Штатах и Европе. Также измеряют деформацию автомобиля и преобразуют в баллы от 0 до -1. Значение оценки деформации транспортного средства (по абсолютной величине) затем вычитают из баллов за повреждения манекенов, и результат умножают на весовой коэффициент, получая при этом общий балл для каждой области тела. Полученные баллы суммируют для получения итогового общего значения, а затем оценивают по 5-уровневой шкале (рис. П2.1).

	Значение показателя повреждения	Баллы (a)		Степень деформации корпуса	Баллы (b)		Весовой коэффициент (c)		Общий балл ((a)+(b))* (c)
Голова	Критерий травмы головы	0 - 4	+	Смещение верхней части рулевого колеса	0 - 1	X	0,923	=	0 - 3,692
Шея	Растягивающее усилие Усилие среза (касат.) Изгибающий момент	0 - 4 (берут наименьшее значение)	+	(нет)	-	X	0,231	=	0 - 924
Грудь	Результатирующее ускорение груди Перемещение груди	0 - 4 (берут наименьшее значение)	+	Смещение нижней части рулевого колеса	0 - 1	X	0,923	=	0 - 3,692
Ноги	Нагрузка на бедренную кость () Нагрузка на большую берцовую кость ()	0 - 2 0 - 2	+	Смещение вверх педали тормоза Смещение вниз педали тормоза	0 - 1 0 - 1	X	0,923	=	0 - 3,692

* НИС = Критерий Травмы Головы

В сумме 0 - 12

Рис. П2.1

П2.2. Вычисление баллов для теста на боковое столкновение

Повреждения головы, груди, живота и таза измеряют на манекене. Эти повреждения затем преобразуют в значения по четырехбалльной шкале, с помощью функции перехода, используемой для оценки автомобилей в Соединенных Штатах и Европе. Эти величины умножают на весовой коэффициент для подобного рода происшествий, и общий балл рассчитывают для каждой области тела. Баллы суммируют для получения итогового общего значения, а затем оценивают по 5-уровневой шкале (рис. П2.2).

	Значение показателя повреждения	Баллы (а)		Весовой коэффициент (b)	=	Общий балл (а)х(б)
Голова	Значение травмы головы (НРС)	0 - 4	X	1,0	=	0 - 4
Грудь	Перемещение груди	0 - 4	X	1,0	=	0 - 4
Живот	Общая нагрузка на живот	0 - 4	X	0,5	=	0 - 2
Таз	Нагрузка на таз	0 - 4	X	0,5	=	0 - 2

В сумме 0 - 12

Рис. П2.2

П2.3. Определение общей безопасности столкновений

Результаты тестов для водителя на полное лобовое столкновение, лобовое столкновение со смещением и боковое столкновение суммируют и оценивают по шести различным уровням.

Результаты тестов для пассажира переднего сидения на полное лобовое столкновение и боковое столкновение суммируют и оценивают по шести различным уровням (используют результаты для сидений водителя и переднего пассажира).



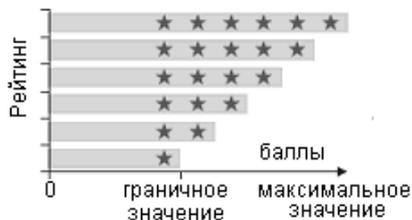
Рис. П2.3

П2.4. Общая оценка безопасности столкновения

Рассчитывают общее количество баллов по результатам испытаний для водителя в тестах на полное лобовое столкновение, на лобовое столкновение со смещением и на боковое столкновение, а также для пассажира переднего сидения в тестах на полное лобовое столкновение и на боковое столкновение. Отображают их на диаграмме. Кроме того, для стимулирования использования современных технологий обеспечения безопасности в итоговой оценке учитывают баллы, превышающие некоторый нижний предел (16 баллов из 36 для сидения водителя и 12 баллов из 24 для переднего пассажирского сидения). Транспортные средства, имеющие количество баллов ниже нижнего предела, получают одну звезду, а транспортные средства, баллы которых находятся в интервале между нижним пределом и максимально возможным значением получают от двух до шести звезд. Поддиапазоны рассчитывают путем деления интервала от нижнего предела до максимально возможного значения на пять равных частей.

Таблица П2.1

Показатель	0 баллов		Максимальная сумма баллов
Место водителя	В тестах на прямое полное лобовое столкновение, лобовое столкновение со смещением и боковое столкновение существует значительный риск получения серьезных травм головы и/или травм других частей тела		В тестах на прямое полное лобовое столкновение, лобовое столкновение со смещением и боковое столкновение существует малый риск получения серьезных травм головы и/или травм других частей тела
Переднее пассажирское место	На переднем пассажирском месте в тестах на прямое полное лобовое столкновение и боковое столкновение существует значительный риск получения серьезных травм головы и/или травм других частей тела		В тестах на прямое полное лобовое столкновение и боковое столкновение существует малый риск получения серьезных травм головы и/или травм других частей тела



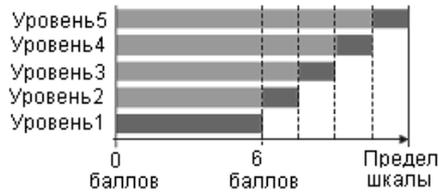
Примечание: Безопасность, соответствующая 0 баллов, эквивалентна стандартному уровню безопасности в случае испытания на скорости, превышающей на десять процентов ту, которая указана в государственном стандарте безопасности. В случае лобового столкновения со смещением, которое не имеет национального стандарта, это значение скорости берется по европейскому стандарту.

П2.5. Оценки индивидуальных тестов

Баллы для сидений водителя и передних пассажиров, приведены на гистограмме. Кроме того, для большей дифференциации оценок различных автомобилей, в стандарте учитываются существующие технологии. До шести баллов из двенадцати соответствуют 1 уровню, и остальной диапазон делится на равные части, которым приписывают уровни с 2 до 5.

Таблица П2.2

Показатель	0 баллов		Максимальная сумма баллов
Прямое лобовое столкновение	Существует значительный риск получения серьезных травм головы, шеи, груди или ног	⇒	Существует незначительный риск получения серьезных травм головы, шеи, груди или ног
Лобовое столкновение со смещением	Существует значительный риск получения серьезных травм головы, шеи, груди или ног	⇒	Существует незначительный риск получения серьезных травм головы, шеи, груди или ног
Боковое столкновение	Существует значительный риск получения серьезных травм головы, шеи, груди или ног	⇒	Существует незначительный риск получения серьезных травм головы, шеи, груди или ног



П2.6. Оценка дверей

Степень трудности открытия дверей после теста на столкновения обозначают пиктограммами (рис. П2.4).

 <p>Открывается одной рукой</p>	 <p>Открывается двумя руками</p>	 <p>Для открывания требуются инструменты</p>
 <p>Дверь заблокирована</p>	 <p>Автомобиль перевернулся набок после столкновения</p>	

Рис. П2.4

Иногда автомобиль опрокидывается набок при боковом ударе. Такой тест выполняется для определения, насколько хорошо защищены пассажиры при столкновении в процессе остановки. Он не предназначен для оценки прочности автомобиля в процессе его движения.

Уровень сложности в извлечении манекена из машины после тестов на столкновения

 <p>Манекен может быть извлечен вручную без перемещения сидения</p>	 <p>Манекен может быть извлечен вручную после сдвига сидения или перемещения его другим способом</p>	 <p>Для извлечения манекена делается вырез в корпусе автомобиля и применяются инструменты</p>
--	---	--

П2.7. Утечки топлива после столкновения

Наличие утечки топлива из транспортного средства после теста на столкновение



No fuel leakage



Fuel leakage occurred

Отсутствие утечек топлива

Утечка топлива имеет место

П2.8. Детские сиденья

При аварии детские сиденья снижают вероятность тяжелых травм на 88% для детей в возрасте до девяти месяцев, на 71% – для тех, кому от девяти месяцев до четырех лет, и на 31% – для детей постарше (от 4 до 10 лет).

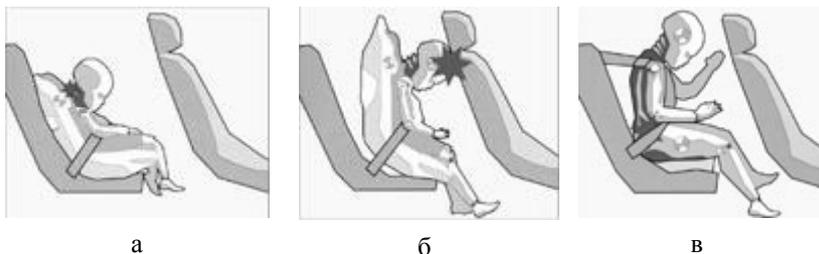


Рис. П2.5

По-настоящему безопасными детские сиденья становятся только в том случае, если установлены правильно. Если вашему малышу еще меньше двух лет, то сиденье нужно располагать «против движения». Удобнее ставить детское сиденье спереди, чтобы за ребенком было легче присматривать. Но в этом случае нужно обязательно отключить подушку безопасности со стороны пассажира, если, конечно, таковая имеется. Если поставить сиденье для такой крохи «по ходу движения», то при аварии особенно велик риск повреждения шейных позвонков: головка-то относительно большая, а шейка еще слабенькая. Детей постарше можно уже усаживать «по ходу движения». Но закреплять сиденье нужно тщательно: случись столкновение, и ребенок может получить тяжелые травмы головы. Не помешает и удерживающий «обруч» с мяг-

кой обивкой. Детей постарше – до 10 лет – лучше тоже перевозить в специальных сиденьях (рис. П2.5).

Самый надежный способ крепления детских сидений обеспечивает система фиксации ISOFIX. Но, во-первых, специальными фиксаторами должно быть оснащено не только сиденье, но и автомобиль (практически все производители, за исключением экс-советских, включают систему ISOFIX либо в стандартное оснащение, либо в список дополнительного оборудования). Во-вторых, сами детские сиденья с системой ISOFIX стоят в полтора-два раза дороже тех, что закрепляются с помощью обычных ремней безопасности.

П2.8.1. Тестирование безопасности детского сидения

В рамках оценки характеристик новых легковых автомобилей Японии 9 моделей детских сидений, в настоящее время находящихся в продаже, подверглись сравнительным испытаниям показателей безопасности.

Оценка безопасности в тесте на лобовое столкновение

Тест на лобовое столкновение позволяет оценить, какую степень защиты ребенку обеспечивает детское сидение во время лобового столкновения. В ходе этого теста манекен ребенка помещается в детское сидение установленное на пассажирском месте позади сидения водителя тестируемого транспортного средства, с которого снято «оперение». Испытываемое ТС подвергалось ударному воздействию, которое идентично лобовому столкновению на скорости 55 км/ч. Безопасность эксплуатации детского сидения затем оценивалась по ударному воздействию на голову и грудь манекена и по смещению головы манекена во время теста.

Скорость при испытании транспортного средства в момент столкновения – 55 км/ч. Поскольку этот тест проводится для оценки более высокого уровня безопасности, скорость для этих испытаний на десять процентов выше, чем необходимые для испытаний на столкновение самого автомобиля по японским стандартам безопасности 50 км/ч.

Этому тесту на выживание подвергались детские сидения со спинкой, расположенной вперед по направлению движения, в котором помещался манекен P3/4, имитирующий 9-месячного младенца, переднее сидение для ребенка младшего возраста со спинкой ориентированной назад с использованием гибридного манекена III – 3Y0 (3 year old), представляющего трехлетнего малыша.

Детские сидения при реальном использовании зачастую неправильно устанавливаются. Тест на практичность, легкость правильного применения оценивает структуру, маркировку, т.д. детского сидения с точки зрения предотвращения неправильного использования продукта. В ходе испытаний пять специалистов по детским сидениям оценивали каждый товар по различным показателям для определения, насколько конструкция продукта соответствует возможности правильной его установки в автомобиле пользователем.

Изделия, отобранные для испытаний, были выбраны из числа наиболее популярных за период с апреля 2004 по март 2005 года детских сидений (включая импортные) в Японии в дополнение к продукции, предложенной для испытаний производителями детских сидений. Результаты продукции, которая соответствует новым правилам, установленным в 2000 году регулирующими постановлениями в Европе и США [(ЕЭК R 44/03 и FMVSS 213)], а также постановлениями 2005 года, приводятся для справки.

Как оценивают результаты тестов

Таблица П2.3

Общие оценки теста на лобовое столкновение

Рейтинг классификации	
Отлично	Продукт не получил значок  и получил значки  в каждом из четырех районов обследования
Хорошо	Продукт не получил значки  и получил 3 значка  и значок 1 
Нормально	Продукт, не подпадающий ни под одну из остальных трех оценок (отлично, хорошо, не рекомендуется)
Не рекомендовано	Продукт, получивший значок  в любой из испытательных зон. Этот рейтинг свидетельствует о том, что продукт не имеет определяемого здесь высокого уровня безопасности, и вовсе не означает, что продукт не может быть использован. Все испытанные изделия имеют уровень безопасности, соответствующий правилам безопасности

**Индивидуальный рейтинг детского сидения,
расположенного спинкой по направлению движения**

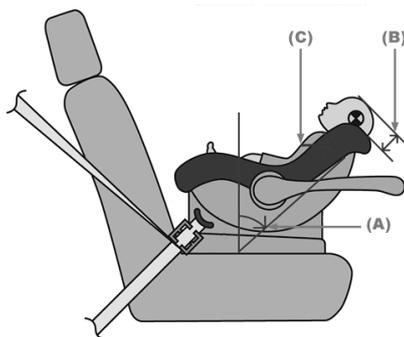


Таблица П2.4

Показатель	Критерий	Рейтинг
Повреждение от креплений	Нет	◎
	Незначительные	○
	Катастрофические	×
Угол наклона спинки (А)	Угол $A \leq 60^\circ$	◎
	$60^\circ < \text{угол } A \leq 70^\circ$	○
	Угол $A > 70^\circ$	×
Выступ головы за пределы кресла (В)	Нет выступания	◎
	$B \leq 73 \text{ мм}$	○
	$B > 73 \text{ мм}$	×
Результирующий вектор ускорения груди в течение 3 мс (С)	$C \leq 539 \text{ м/с}^2 (55g)$	◎
	$C > 539 \text{ м/с}^2 (55g)$	○
Расстегивание пряжки		×
Освобождение от ремней безопасности		×

Индивидуальный рейтинг для переднего сидения малыша

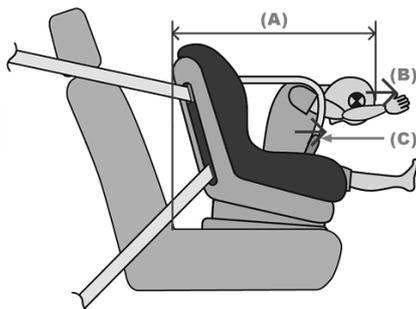


Таблица П2.5

Показатель	Критерий	Рейтинг
Повреждение от креплений	Нет	⊙
	Незначительные	○
	Катастрофические	×
Перемещение головы по направлению вперед (A)	$A \leq 550$ мм	⊙
	$550 \text{ мм} < A \leq 700$ мм	○
	$A > 700$ мм	×
Результирующий вектор ускорения головы в течение 3 мс (B)	$B \leq 785 \text{ м/с}^2$ (80G)	⊙
	$B > 785 \text{ м/с}^2$ (80G)	○
Результирующий вектор ускорения груди в течение 3 мс (C)	$C \leq 588 \text{ м/с}^2$ (60G)	⊙
	$C > 588 \text{ м/с}^2$ (60G)	○
Расстегивание пряжки		×
Освобождение от ремней безопасности		×
Вероятность травмирования, например от вдавливания ремней в слабые части детского тела (живот и т.п.)		×
Выскальзывание из сидения транспортного средства		×

Индивидуальный рейтинг для детского сиденья типа кровать

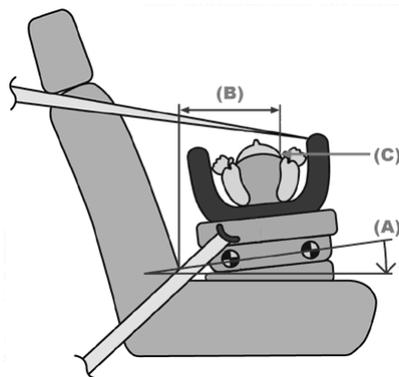


Таблица П2.6

Показатель	Критерий	Рейтинг
Повреждение от креплений	Нет	⊙
	Незначительные	○
	Катастрофические	×
Условие удержания выступ головы за пределы кроватки, нижний угол наклона кроватки (А)	Наклон сидения (А) назад. Отсутствие выступа головы за пределы кроватки	⊙
	Нулевой наклон сидения. Отсутствие выступа головы за пределы кроватки	○
	Наклон сидения (А) вперед. Выступ головы за пределы кроватки	×
Перемещение головы по направлению движения (В)	$B \leq 600$ мм	⊙
	$600 \text{ мм} < B \leq 750$ мм	○
	$B > 750$ мм	×
Результирующий вектор ускорения груди в течение 3 мс (С)	$C \leq 539 \text{ м/с}^2$ (55G)	⊙
	$C > 539 \text{ м/с}^2$ (55G)	○
Расстегивание пряжки		×
Освобождение от ремней безопасности		×

Метод, используемый для тестирования практичности

Продукция была оценена по отдельным областям, и для каждой обследуемой области приводится значение её среднего балла.

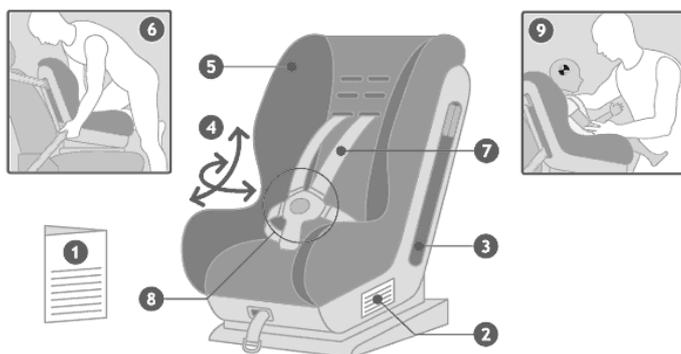


Таблица П2.7

Предмет оценки	Объект исследования	Стандартное значение
1	2	3
Инструкция, руководство пользователя и т.п.	 Инструкция, руководство пользователя	Описывает установку сидения и размещение в нем ребенка. Содержит описания соответствия с техническими нормами
		Способ установки сидения и размещение ребенка в сидении можно понять из диаграммы и письменных инструкций
		Содержит предупреждение об опасности установки на переднем пассажирском сидении. Содержит описания соответствия техническим нормам
		Объясняет различия в установке сидения и размещения в нем ребенка в зависимости от его размеров
	Объясняет, как проверить правильность установки детского сидения	
	Набор поясняющих надписей	Вес или рост ребенка, для которого детское сиденье предназначено, указан на упаковке (на японском языке)

Продолжение табл. П2.7

1	2	3
<p>Маркировочные надписи на изделии</p>	<p>2 Маркировка</p>	<p>Указывает способ установки</p>
		<p>Содержит предупреждение против установки на переднем пассажирском сиденье. Содержит предупреждения и запреты, предписанные техническими нормами. Приводятся описания соответствия техническим нормам и стандартам, относящимся к сидениям</p>
		<p>Соответствие надписей, и невозможность неправильного истолкования</p>
		<p>Приводится адрес, где можно получить дополнительную информацию о продукте</p>
		<p>Указаны стандарты, которым соответствует изделие</p>
		<p>Указан способ установки</p>
	<p>3 Руководство по применению ремней</p>	<p>Инструкции напечатаны</p>
<p>Механизмы</p>	<p>4 Подвижные конструкции (простота и надежность изменения углов и поворотов)</p>	<p>Замки с гарантией фиксации. Положения рычага переключения (изменения положения) понятны</p>
	<p>5 Крышка сидения (удобство монтажа)</p>	<p>После снятия крышки сидения или установки ее на место трудно ошибиться при установке ремней. Гарантируется правильная установка</p>
	<p>Встроенное место для хранения (для ручной клади, аксессуаров)</p>	<p>Наличие места для хранения ручной клади и принадлежностей (если имеются)</p>

Простота, безошибочная установка (для автомобильных сидений)	Маршрутизация ремней безопасности	Очень трудно сделать ошибку в порядке выполнения операций (при маршрутизации). Ремень легко проходит через переходы. Не возникает перекосов, складываний ремней безопасности транспортного средства
	6 Обеспечение защиты от неправильных действий	Детское сидение легко может быть закреплено одним лицом (для обеспечения этого монтер должен придавить его своим весом)
		Металлические крепления просты в использовании и закрепляют сидение надежно
		Защита от наклона вперед: после установки нет свободы перемещения сидения (когда верхний край сидения притягивается с силой 10 кг, смещение составляет от 3 до 5 см). Предотвращение от наклона назад: угол наклона спинки составляет $45 \pm 10^\circ$
Простота, безошибочность закрепления детей на сидении	7 Снаряжение	Цель легко найти Правильное крепление выполняется легко и надежно
	8 Пряжка	Защелкивание происходит быстро и надежно
		Сила, необходимая для расстегивания пряжки, достаточно большая для того, чтобы затруднить ребенку самостоятельное освобождение (≥ 40 Н)
9 Размещение на сидении	Специалист может расположить манекен на сидении в правильном положении менее чем за 1 мин	

Каждая жизненно важная область оценивается по шкале от 1 до 5, где 3 балла соответствуют стандартному значению.

П2.9. Результаты исследования функционирования фронтальных подушек безопасности

Назначение подушек безопасности состоит в снижении ударного воздействия на голову и грудь при лобовых столкновениях.

Воздушные подушки, установленные на легковых автомобилях Японии, называют SRS (Supplemental Restraint System – дополнительными

удерживающими системами), и они используются в сочетании с ремнем безопасности для усиления его функции по уменьшению последствий ударных воздействий на пассажиров при столкновении.

П2.9.1. Эффективный диапазон применения подушек безопасности

Подушки безопасности (ПБ), которые в настоящее время используются в Японии, предназначены для заполнения воздухом или нетоксичным газом. Вероятность срабатывания ПБ зависит от угла столкновения, скорости столкновения, вида препятствия. С другой стороны, пневмоподушки могут сработать, даже если нет никаких столкновений, происходящих, например, когда автомобиль наезжает на бордюрный камень или же в тех случаях, когда датчик обнаруживает удар, превышающий определенный уровень. Следует знать, что воздушные подушки не действуют при вторичных столкновениях, потому что они сразу же сдуваются после полного наполнения воздухом.

Условия, при которых происходит раскрытие воздушных подушек:

- при лобовом столкновении с твердым препятствием, таким как бетонная стена, на скорости, превышающей 20–30 км/ч;
- при столкновении с автомобилем и под влиянием воздействия, сходного с тем, которое было описано выше.

Примеры условий, при которых воздушная подушка может не лопнуть:

- столкновение, при котором происходит значительная деформация, где деформируется лишь некоторый элемент передней части автомобиля, например при столкновении с телефонным столбом;
- столкновения, при которых нарастание воздействия происходит постепенно, как в случае проникновения в пространство под грузовиком;
- столкновения, при которых объекты взаимодействия сильно деформируются или перемещаются, например при боковом столкновении с легковым автомобилем;
- столкновения, при которых сила удара рассеивается или автомобиль значительно продвигается в процессе столкновения, как в случае косоугого удара.

П2.9.2. Использование мер предосторожности в транспортных средствах, оснащенных пневмоподушками безопасности

Надувные подушки не в полной мере эффективны, если ремни безопасности не надеты надлежащим образом. Коэффициент смертности

приблизительно в 9 раз больше, когда при срабатывании надувных подушек ремни безопасности не пристегнуты (рис. П2.6).

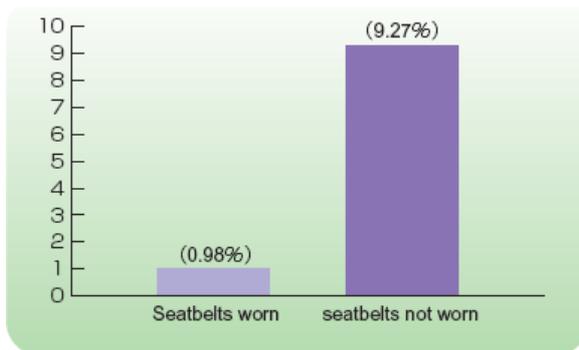


Рис. П2.6. Коэффициент смертности в несчастных случаях при срабатывании подушек безопасности 2004 (Институт исследований транспортных происшествий и анализа данных) (Seatbelts – ремни безопасности; worn – пристегнутые)

Если не закрепить ремень должным образом, существует опасность значительного вреда здоровью от надувной подушки. Неправильное использование ремней безопасности, как показано на рис. П2.7.



Рис. П2.7

ПБ должны быть эффективными в столкновениях, происходящих при высокой скорости автомобиля, а скорость раскрытия самой подушки достигает 100–300 км/ч. По этой причине пассажир может получить травмы в виде ссадин, ушибов, переломов костей, ожогов и прочие виды травм при её раскрытии.

П2.9.3. Работа и действия боковых воздушных подушек

Боковые надувные подушки в случае бокового столкновения мгновенно наполняются газом, что приводит к снижению силы воздействия на грудь и другие области верхней части тела. Точно так же, как с надувной подушкой при лобовом столкновении, водители и пассажиры, которые не пользуются ремнями безопасности, сталкиваются с тем, что боковые надувные подушки могут оказать незначительное действие или хуже, могут вызвать значительные повреждения. Учитывая то, что они срабатывают лишь в ответ на боковое столкновение, а потом сдуваются, боковые подушки неэффективны при лобовых столкновениях, наездах (ударах) сзади, многочисленных столкновениях, опрокидываниях и выносах за пределы дороги.

До недавнего времени боковые надувные подушки одновременно защищали голову и грудную клетку, но уже появились "воздушные подушки-занавески" для защиты головы.

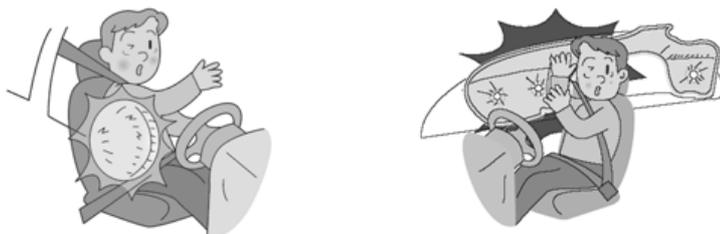


Рис. П2.8

П2.9.4. Меры предосторожности в автомобилях, оснащенных воздушными боковыми подушками

Боковые надувные подушки не заменяют ремни безопасности. Необходимо правильно позиционировать себя в транспортном средстве и не забывать застегивать ремень безопасности. Если не надевать ремень, существует опасность нанесения значительной травмы воздушной подушкой. Часто устройство, в котором находится воздушная подушка, располагается в боковой части сидения, и выполнение определенных действий, в том числе тех, которые приведены на рис. П2.9, опасно.

Необходимо использовать только специально предназначенные чехлы сидений, иначе существует риск, что воздушные боковые подушки не полностью надуются (рис. П2.9).

Нельзя облакачиваться на дверь или охватывать спинку сидения поскольку существует опасность значительной травмы при раскрытии воздушной боковой подушки.



Необходимо использовать только специально предназначенные чехлы



Нельзя облакачиваться на дверь, обнимать сидение

Рис. П2.9

Одна из последних разработок относится уже к пассивной безопасности. Это «антисубмарининговая» подушка, то есть подушка, предотвращающая подныривание человека под ремень безопасности при фронтальном столкновении.

С эффектом подныривания борются, оптимизируя форму сидений, конструкцию ремней безопасности. В частности, эффективным «антиподныривающим» средством оказались ремни безопасности с преднатяжителем. Еще одно приспособление – в переднюю, «подколенную» часть подушки сиденья вмонтирована металлическая коробочка, сделанная из жести толщиной 0,3 мм. Как только акселерометры фиксируют критическое замедление, срабатывает пиропатрон, и плоская коробочка вспучивается, образуя в передней части подушки сиденья «горб», который удерживает «главную точку опоры» седока на своем месте.

Другая разработка призвана смягчить последствия фронтального удара для задних пассажиров – это задние подушки безопасности. Вообще-то, задние пассажиры и так неплохо защищены. При фронтальном ударе, по правилам EuroNCAP, замедление в районе средней стойки редко превышает 40g, а если пассажиры пристегнуты, да еще тыльная сторона спинок передних сидений сделана с учетом современных требований к пассивной безопасности, то риск получить серьезные травмы невелик. Но все же он есть, причем особой опасности подвергаются дети: даже будучи пристегнутыми ремнями, они могут сильно удариться лицом о свои же колени.

Несколько лет назад фирма Honda заявила о создании «ремнеподушек» безопасности. Но специалисты Renault пошли дальше: они хотят сделать такую подушку и так искусно «зашить» ее в ремень, чтобы ширина лямки осталась прежней, а ремень в этом месте «потолстел» не более чем до 25 мм. При этом объем раскрывшейся подушки должен

быть не менее 60 литров. Сейчас для нее подыскивают очень тонкий и прочный материал.

П2.10. Правильное использование предохранительных устройств и как они работают

Ремни безопасности. Работа и действия застегиваемых регулируемых ремней

Современные удерживающие системы допускают регулирование плечевого ремня для адаптации занимаемого положения, соответствующего физическим данным человека.

Необходимо располагать ремень по центру плеча. Когда плечевой ремень приложен к шее или к руке, существует опасность, что он может оказать незначительное влияние, либо, что еще хуже, может привести к серьезной травме.

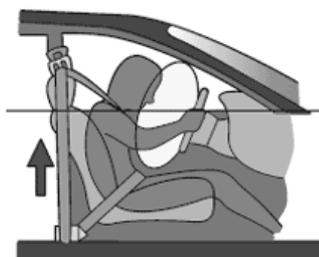
Для более раннего оказания удерживающего действия и защиты пассажира в случае столкновения используют ремни с устройством предварительного натяжения.

Работа устройства предварительного натяжения ремней

Преднатяжитель ремней безопасности – это устройство, которое позволяет мгновенно выбрать слабину (намотать) и затянуть ремни безопасности в случае столкновения. Это быстро ограничивает движение вперед верхней части тела и увеличивает эффективность ремней (рис. П2.10).



Работа преднатяжителя



Работа ограничителя натяжения

Рис. П2.10

Работа и действие ограничителя силы натяжения

Это устройство облегчает воздействие ремней безопасности на грудь пассажиров в случае столкновения.

При столкновении ограничитель силы натяжения ремней поддерживает безопасное значение удерживающей силы, приложенной к ремню. Затем постепенно ослабляет ремень для смягчения его воздействия на область грудной клетки пассажира.

Если модель также оснащена устройством предварительного натяжения ремня, преднатяжитель первым вступает в действие при ударе, после чего подключается ограничитель усилия натяжения ремня.

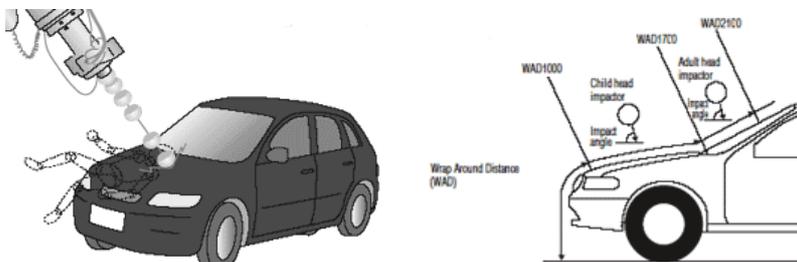
ПЗ. NASVA. ТЕСТЫ ЗАЩИТЫ ГОЛОВЫ ПЕШЕХОДОВ [6]

Рассматриваются автомобильные аварии, в которых происходит наезд автомобиля, движущегося с определенной скоростью, на пешехода в результате чего происходит удар головой о капот автомобиля или лобовое стекло. Муляжи, моделирующие головы взрослого человека или ребенка (бойки), направляются на капот автомобиля с помощью машины для испытаний.



Рис. ПЗ.1. Боек ударника

Боек, имитирующий голову взрослого человека, 165 мм в диаметре и весом 4,5 кг; боек, имитирующий голову ребенка, 165 мм в диаметре и весом 3,5 кг.



Исследуемая область

Рис. ПЗ.2

Ударное воздействие, полученное бойком, измеряется и оценивается по критерию травмы головы (НІС). Скорость вылета бойка относительно «ствола» ударного стенда регулируется и составляет 32 км/ч (внутренний стандарт). Это значение эквивалентно скорости столкновения пешехода с автомобилем, равной 40 км/ч. Относительно автомоби-

ля, значение скорости соударения повышается на 10%, достигая 35 км/ч (полученное значение эквивалентно скорости столкновения 44 км/ч)

Расстояние между поверхностью земли и предполагаемой областью контакта головы с автомобилем, т.е. расстояние по дуге облегания [Wrap Around Distance (WAD)] определяется в соответствии с положением точки контакта головы пешехода при ударе в результате наезда. Местоположения областей контакта головы взрослого человека и детей установлены на основании данных о реальных наездах. В поперечном направлении линия, ограничивающая область удара при испытаниях, получается продолжением точек контактов между «базовой» линией стороны капота и внутренней половиной головки бойка.

Тестируемые автомобили делятся по типу транспортного средства. Испытания проводятся в каждой тестовой области при каждом условии соударения.

Таблица ПЗ.1

Тип транспортного средства

Тип	Определение
Седан	Автомобиль с капотом, высота передней кромки которого меньше 835 мм
Внедорожник (спортивный автомобиль)	Автомобиль с капотом, высота передней кромки которого больше 835 мм
Тип 1 ВОХ (фургон, ВЭН, одно-объёмник)	Автомобиль с углом наклона капота более 30°

Условия соударения

		Область I	Область II	Область III
1		2	3	4
Боек		165 мм, 4,5 кг	165 мм, 3,5 кг	165 мм, 3,5 кг
Расстояние по дуге облегания (WAD)		1700– 2100 мм	1350– 1700 мм	1000– 1350 мм
Скорость удара, км/ч	Капот	Седан	35	
		Внедорожник		
		1 ВОХ		
	Лобовое стекло	Седан		
		Внедорожник		
		1 ВОХ		

1		2	3	4	
Угол удара	Капот	Седан	65°	65°	65°
		Внедорожник	90°	60°	60°
		1 ВОХ	50°	25°	25°
	Лобовое стекло	Седан	40°		
		Внедорожник			
		1 ВОХ	45°		

Стандарт защиты головы пешехода, который регулирует ослабление капотом ударного воздействия, введен с сентября 2005 года (с сентября 2007 года – для легковых автомобилей с чрезвычайно низкой высотой транспортного средства, легковых автомобилей, требующих высокой прочности, грузовых автомобилей, транспортных средств, у которых вся кабина расположена сверху, и гибридных автомобилей).

ПЗ.1. Метод оценки результатов

Каждая из зон I и II разделены на шесть частей, а зона III – на три части в поперечном направлении транспортного средства, всего 15 отдельных частей для оценки соударений.

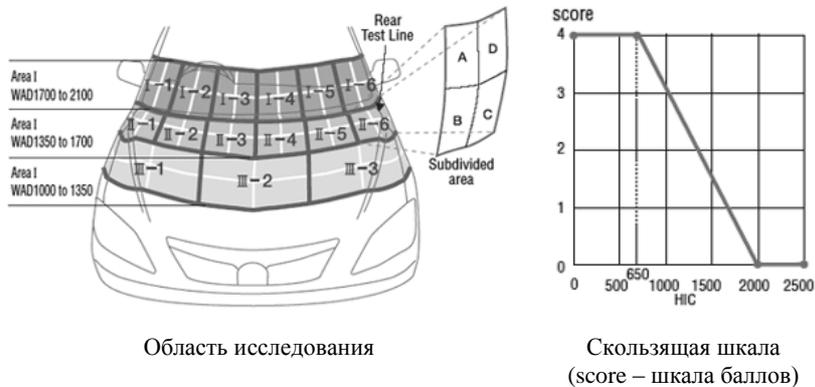


Рис. ПЗ.3

Каждая из частей разделена, в свою очередь, на четыре подобласти. Для каждой из 15 частей JNCAP (Японский NCAP) выбирает одну или две точки, в которых, как полагают, значение критерия травмы головы НИС наивысшее для данного места. Результирующее значение травми-

рующего воздействия используют в качестве типичного показателя для рассматриваемой области и рассчитывают НИС с помощью скользящей шкалы.

Эти значения используются для получения среднего балла для каждой из 15 частей, по которым затем рассчитывается общий средний балл.

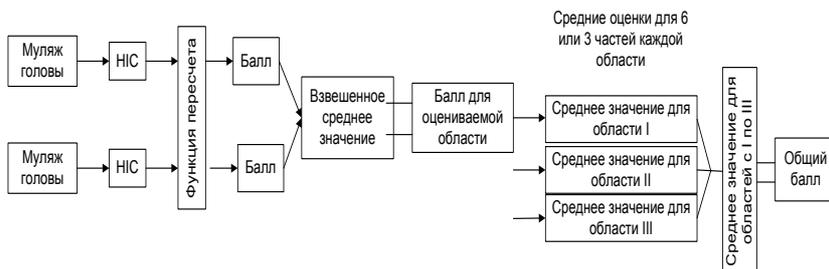


Рис. ПЗ.4. Преобразование результата

Балл для автомобиля, при столкновении с которым получают тяжелую травму головы с вероятностью около 50% (НИС = 1436), равен 1,67. Эта величина принимается в качестве стандартного минимального значения. Множеству автомобилей с вероятностью тяжелой травмы головы около 10% (НИС = 876) присваивается балл 3,33. Этот и выше балл соответствует 5 уровню. Данный диапазон делится на четыре равные части, чтобы получить пять уровней оценки.

В отношении защиты пешеходов значение показателя травмирования головы пешехода всегда выше, чем у пассажиров, что связано с современной технологией изготовления автомобилей.

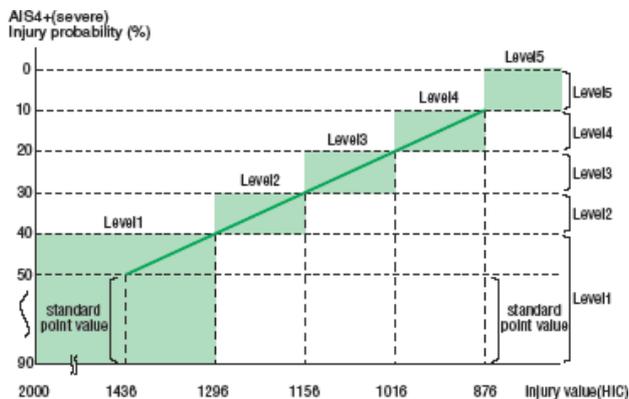


Рис. ПЗ.5. Вероятность травм, уровни значений и оценки увечий:
 уровень 5 – вероятность получить серьезную травму головы менее 10%;
 уровень 1 – вероятность получить серьезную травму головы более 40%.

П4. МОДЕРНИЗАЦИЯ ПЕРЕДНИХ ВОЗДУШНЫХ ПОДУШЕК В 1998–1999 [7]

П4.1. Причины модернизации передних подушек безопасности

По оценкам Национальной транспортной администрации безопасности движения (NHTSA) передние подушки безопасности (ПБ) с 1987 до конца 2004 г. спасли 16905 жизней. Однако ПБ, особенно до середины 1990-х, представляли риски для водителей и пассажиров, расположенных близко к ним во время ее развертывания. Исследования 1970-х и 1980-х годов показали, что положительный результат от их внедрения намного больший, чем вред, причиняемый почти каждой подгруппе находящихся в автомобиле людей за исключением младенцев.

Младенец в кресле безопасности, расположенном спинкой в направлении движения, установленном на переднем сидении транспортного средства, всегда находится близко к ПБ пассажира. В 1991, когда пассажирские подушки безопасности начали появляться в существенных количествах, NHTSA предупредила потребителей, что кресла безопасности, расположенные спинкой в направлении движения, никогда не должны использоваться на переднем сидении транспортного средства, оборудованного воздушными подушками. Агентство по безопасности 2 сентября 1993 г. внесло изменение в Федеральное требование безопасности автомашин (FMVSS), номер 208. Согласно ему транспортные средства с воздушными подушками пассажиров, изготовленными после 31 августа 1994, должны иметь предупреждающие ярлыки с информацией о том, что кресла безопасности, расположенные спинкой в направлении движения, ни при каких условиях не должны устанавливаться на переднем сидении. Кроме того, водители и пассажиры не должны располагаться близко к воздушной подушке или наклоняться к ней. Ярлыки были помещены на противосолнечные козырьки и в руководства владельцев транспортного средства. Подобные ярлыки прилагались к детских креслам безопасности. 23 мая 1995 NHTSA внесло изменение в FMVSS номер 208, разрешающее установку релейных выключателей для воздушной подушки пассажира в пикапах без задних сидений или в других транспортных средствах, у которых нет возможности для установки детских сидений безопасности сзади.

Опыт эксплуатации автомобилей с ПБ к концу 1995 показал, что травмы от них получали не только младенцы в креслах безопасности, расположенных спинкой в направлении движения, но также и дети, и некоторые взрослые. Дети могли проскальзывать по направлению к

воздушной подушке в течение торможения перед столкновением, особенно если они не были пристегнуты или находились на коленях другого пассажира. Низкорослые водители часто сидели близко к воздушной подушке, расположенной в руле. Любой, кто находился в автомобиле, мог приблизиться к воздушной подушке, наклоняясь вперед, например, настраивая радио или кондиционер. К концу 1995 г. программа «Специальное исследование крушений» (CSI) идентифицировала **30 человек со смертельными травмами от контакта с подушками безопасности, которые бы не произошли при их отсутствии**. Это число включает 3-х младенцев в креслах безопасности, расположенных спинкой в направлении движения; 10 детей, не находящихся в подобных креслах, в возрасте от 4 до 9 лет; 17 водителей, 10 из них ростом 5'2"* или ниже. В то же самое время статистические исследования Системы регистрации анализов смертельных случаев (FARS) показывали, что первые ПБ не создавали большей безопасности для детей возраста 0–12 лет; напротив, общий детский риск смертельного исхода значительно увеличивался при использовании ПБ для детей возраста приблизительно до 10 лет.

Поэтому начиная с октября 1995 NHTSA предприняло ряд безотлагательных действий с целью уменьшения неблагоприятного воздействия ПБ на младенцев, детей и других подвергающихся риску людей, сохраняя их положительные свойства по спасению жизни большинства людей.

27 октября 1995 г. Агентство начало кампанию, по информированию автомобилистов относительно опасностей воздушных подушек для детей и младенцев, убедительно рекомендуя перевозку их на задних сидениях. За эти годы процент детей, перевозимых на переднем сидении, значительно уменьшился.

9 ноября 1995 г. NHTSA объявило публичные обсуждения технологических изменений, направленных на снижение неблагоприятных воздействий ПБ. 6 августа 1996 г. агентство внесло предложение по разработке закона (NPRM) по уменьшению неблагоприятных воздействий воздушных подушек. Потенциальные направления усовершенствования включают требования к маркировке, процедуре тестирования, облегчающей модернизацию воздушных подушек, и использование новых, передовых технологий для воздушных подушек.

27 ноября 1996 г., Агентство законодательно ввело ярлыки предупреждения, вступающие в силу 25 февраля 1997 г., явно предупреждающие относительно риска, создаваемого ПБ детям возраста до 12 лет и четко зафиксировало, что место сзади – самое безопасное для детей.

* 1' – 1 фут;

1" – 1 дюйм

19 марта 1997 г. NHTSA внесло изменение в номер 208 FMVSS, вступившее в силу немедленно, дающее послабление в некоторых аспектах проведения теста лобового столкновения с незакрепленным манекеном, чтобы облегчить внедрение "модернизированных" ПБ, которые разворачиваются с меньшей силой. Модернизированные воздушные подушки стали применяться на моделях, начиная с 1998 года.

21 ноября 1997 г. NHTSA предоставило возможность перевозчикам, которые вынуждены перевозить людей с риском на передних сиденьях любого транспортного средства, начиная с 19 января 1998 г. устанавливать релейные выключатели. Агентство также уведомило население, что водители должны располагаться, по крайней мере, на расстоянии в 10 дюймов от воздушной подушки.

12 мая 2000 г. Агентство внесло уточняющий термин в Номер 208 FMVSS – "прогрессивные" воздушные подушки, которые использовались с 1 сентября 2003 г. до 1 сентября 2006 г. Прогрессивные воздушные подушки не разворачиваются вообще перед детьми (имеют функцию "подавления" срабатывания), имеют интенсивность разворачивания только на низком уровне ("разворачивание низкого риска"), или отслеживают движение человека и подавляют раскрытие воздушной подушки, если субъект находится слишком близко ("динамическое автоматическое подавление").

Модернизация не исключила полностью смертельный риск. Она значительно не изменила эффективность ПБ для пристегнутых водителей и взрослых пассажиров при более серьезных авариях. NHTSA к концу 2005 г. имело отчеты о 264 смертельных случаях, обусловленных воздушными подушками, без которых не было бы летального исхода. В это число включены 24 младенца в креслах со спинкой, расположенной по ходу движения, 142 ребенка, не находящихся в креслах со спинкой, расположенной по ходу движения, в возрасте от 4 месяцев до 11 лет, 85 водителей и 13 взрослых пассажиров.

П4.2. Как работают передние воздушные подушки и почему влияют на риск получения травмы?

В систему управления передней ПБ входят датчики, расположенные на автомобиле, которые посылают электрический сигнал при существенном замедлении скорости в направлении фронтального движения. Модуль контроля выдает управляющее воздействие на разворачивание ПБ, если сигналы датчиков превышают пороговое значение. Традиционно, агрегат воздушной подушки включают заряд из азиды натрия (соли азотистоводородной кислоты натрия), который при горении производит газ азот и/или баллона сжатого газа аргона и надувного мешка, сделанного из ткани. Все мешки имеют вентили или пористую ткань

для постепенного выпуска газа после разворачивания. Многие мешки имеют внутренние ремни, ограничивающие расстояние, на которое сумка может развернуться по направлению к человеку, и/или внутренние отражатели для изменения направления перемещения поверхности мешка в сторону для охвата большей площади. Эти агрегаты расположены в центре руля для водителя и в приборной панели для пассажира.

При серьезном лобовом столкновении типа удара о барьер на скорости 30 миль/ч даже в течение времени, когда передний бампер полностью прекращает свое движение и листовая металл деформируется, люди, которые находятся в салоне, остаются на своих местах приблизительно первые 50 мс или дольше. Внутренние элементы салона в этот период продолжают движение вперед приблизительно со скоростью 30 миль/ч, как будто еще ничего не случилось. В следующие 50–75 мс купе замедляется до полной остановки, в то время как непристегнутые люди продолжают движение со скоростью, близкой к 30 миль/ч, вылетая из сидений и ударяясь о рулевое устройство, приборную панель и другие структуры при высокой относительной скорости.

Технологическое достоинство ПБ состоит в том, что она полностью разворачивается за время, меньшее чем 50 миллисекунд, т.е. до того, как человек даже не начал перемещаться относительно сидения. За это время, датчики обнаруживают наступление столкновения, модуль контроля посылает сигналы запустить генератор газа или открыть баллоны со сжатым газом, и газ, предназначенный для наполнения мешков, генерируется или выпускается с высоким давлением, достаточным для прорыва через "дверки" в центре руля и приборной панели, и заполняет все предоставленное ему пространство. Когда человек начинает перемещаться, он почти немедленно соприкоснется с поглощающей энергию поверхностью. Она идеально "подобрана": достаточно мягкая для смягчения удара головы и шеи, без нанесения серьезной травмы, но все же достаточно твердая, чтобы поглотить большую часть кинетической энергии туловища. Эта энергия поглощается, поскольку человек сжимает сумку и вытесняет газ через вентили.

Ремень безопасности жизненно важен для поглощения части кинетической энергии человека, он также препятствует перемещению тела вперед. В начале 1980-х, когда использование ремней безопасности наблюдалось менее чем на 15% автомобилей, защита непристегнутого человека считалась приоритетом. ПБ оказывают наиболее ценное действие на человека, правильно расположенного в автомобиле, в то же время они могут увеличить риск для человека, находящегося в неподходящей позиции, при которой он касается места выхода подушки при разворачивании или находится в пределах приблизительно 2" или 3" от неё в момент разворачивания.

Большинство аварий, в которых могли бы быть использованы воздушные подушки, связаны с резким торможением перед столкновением. При торможении транспортное средство замедляется с интенсивностью приблизительно до 1 g. При этом к телу, движущемуся относительно интерьера транспортного средства, приложена сила, которая равна его собственному весу. Люди могут также перемещаться вперед от толчков на ухабах дороги. Непростегнутые дети 1–12 лет особенно уязвимы, причем чем младше, тем в большей степени. У них малая инерционная масса, которая удерживает взрослых на их сидениях во время толчков и сильных ударов, и большинство из них неспособно удержать себя или сохранить устойчивость при положении их ног на полу или рук на приборной панели.

Привязной ремень или кресло безопасности, обращенное вперед, могут уменьшить тенденцию скользящего перемещения вперед, но они не являются панацеей. Водители малого роста (обычно ниже 5') иногда сидят в пределах 10" от руля, чтобы их ноги доставали до педалей. Это приводит к большему их наклону, по сравнению с другими водителями, что является причиной попадания в зону, расположенную на расстоянии 2" или 3" от места разворачивания подушки в момент перед столкновением. Временная близость к воздушной подушке может возникнуть из-за наклона вперед, для настройки радио или других средств управления. Во всех случаях может увеличиться риск травмирования, если сама воздушная подушка расположена в той части приборной панели, которая близко находится от человека или выступает за пределы руля в сторону водителя.

П4.3. Анализ риска от воздушных подушек, выпущенных до 1998 г.

Программа NHTSA Специальное исследование крушения (SCI) учитывает смертельные травмы из-за контакта человека с воздушными подушками в случаях, когда возможно выживание человека в авариях ($\Delta V < 25$ миль/ч). Система Отчетов анализа смертельных аварий (FARS) в список всех смертельных случаев включает каждого человека, лишившегося жизни в лобовом столкновении, кто сидел на месте, оборудованном воздушной подушкой. (К "лобовым" авариям относят те, которые происходят при столкновении под углом, соответствующим положению стрелок часов между 11 и 12 часами или 1 часом и 0).

Отношение SCI случаев к лобовым FARS случаям в транспортных средствах до модернизации в 1998–1999 гг. показывает вклад смертельных травм, вызванных ПБ, относительно полной картины летальных

исходов – то есть какой процент от несчастий был по существу вызван подушкой безопасности и, вероятно, не будет происходить без неё. В свою очередь, это отношение покажет, насколько решение, успешное с точки зрения снижения смертельных травм от ПБ, будет существенно воздействовать на полное количество летальных исходов.

В таблице П4.1 представлены соотношения SCI и FARS лобовых смертельных столкновений. Данные приведены для пассажиров-детей (возраст 0–12 лет), взрослых пассажиров (возраст старше 13 лет) и водителей, находящихся на сидениях, оборудованных передними воздушными подушками.

Таблица П4.1

Отношение SCI случаев к FARS лобовым смертельным исходам

	SCI смертельные случаи	FARS смертельные случаи при лобовых столкновениях	SCI смертельные случаи, приходящиеся на 100 FARS смертельных случаев
Пассажиры-дети (возраст 0–12 лет)	146	351	41,60
Взрослые пассажиры (возраст ≥ 13)	9	3899	0,23
Водители	78	29361	0,27

Примечание: Данные, приведенные во всех таблицах, относятся к моделям транспортных средств 1989–1997 гг. выпуска, учувствовавших в авариях, зарегистрированных SCI в течение 1990–2003 гг. календарных годов.

Произошло 146 SCI случаев и 351 FARS лобовых смертельных случаев с детьми возраста 0–12 лет в транспортных средствах с еще не модернизированными воздушными подушками. Другими словами, почти половина (41,60 процентов) летальных исходов с пассажирами-детьми – это SCI случаи. Любое средство, которое значительно снижает SCI случаи, должно также иметь значительный эффект на результаты исследования общего количества летальных исходов FARS. В отличие от этого, только четверть процента взрослых смертельных случаев (9 из 3899 взрослых пассажиров и 78 из 29361 водителя) – SCI случаи. Значительное сокращение SCI случаев будет незаметно в любом статистическом анализе FARS, и может быть обнаружено непосредственно при анализе SCI данных.

В таблицах П4.2 и П4.3 исследуются подгруппы пассажиров-детей, определяя, какая из них подвержена самому большому риску. В таблице П4.2 подразделяют детей на четыре возрастных группы. Самый высокий риск у младенцев (64 SCI случая на 100 FARS лобовых столкновений), немного ниже для возраста малышей 1–5 лет (51 к 100), эти цифры значительны и для 6–10 лет (32 к 100). Риск заметно снижается для возраста 11–12 лет, до 6 к 100. Однако это значение все еще намного выше, чем для взрослых пассажиров, 0,23 к 100 (соотношение для 11–12 лет весьма ненадежно, поскольку оно базируется только на 2-х SCI случаях).

Таблица П4.2

Отношение SCI случаев к FARS лобовым летальным столкновениям с детьми

Возраст пассажира-ребенка	SCI смертельные случаи	FARS смертельные случаи при лобовых столкновениях	SCI смертельные случаи, приходящиеся на 100 FARS смертельных случаев
< 1 года	27	42	64,29
1–5 лет	80	158	50,63
6–10 лет	37	117	31,62
11–12 лет	2	34	5,88

В таблице П4.3 проведено дальнейшее деление пассажиров-детей по возрасту и использованию удерживающих устройств. Группа с самым высоким риском – это младенцы в креслах, расположенных спинкой по направлению движения. Число SCI случаев (24) почти равняется числу случаев FARS (25). Незакрепленные дети имеют высокий риск смертельных травм в возрасте до 10. Даже в возрасте 6–10 лет, есть 47 SCI случаев на 100 случаев FARS.

Использование детского кресла безопасности или привязного ремня может существенно уменьшить риск. В 1–5 лет и 6–10 лет отношение риска для закрепленных детей близко к половине по отношению к непристегнутым детям. Оба SCI случая для возраста 11–12 лет произошли с пристегнутыми детьми. Детальные SCI исследования показывают, что многие из детских кресел безопасности и привязных ремней неправильно-

но использовались. Например, плечевой ремень безопасности часто проходил под рукой. Поскольку FARS редко проводил детальные исследования, насколько правильно использовались детские кресла безопасности или ремни, невозможно вычислить отдельные соотношения для случаев правильного и неправильного использования системы.

Таблица П4.3

Отношение SCI случаев к FARS лобовым смертельным исходам по возрастным группам детей и удерживающим устройствам

Возраст	Использование удерживающего устройства	SCI смертельные случаи	FARS смертельные случаи при лобовых столкновениях	SCI смертельные случаи, приходящиеся на 100 FARS смертельных случаев
Моложе 1 года	Незакрепленный	3	13	23,08
	В детском кресле	24	25	96,00
1–5 лет	Незакрепленный	66	103	64,08
	В детском кресле	6	19	31,58
	Пристегнутый (возраст 2–5)	8	25	32,00
6–10 лет	Незакрепленный	27	58	46,55
	Пристегнутый	10	51	19,61
11–12 лет	Незакрепленный	0	12	0
	Пристегнутый	2	20	10,00

Рассчитывая отношения SCI к FARS случаям, можно определить количественные изменения в рисках среди водителей и даже сравнить группу взрослых самого высокого роста с детьми.

В таблице П4.4 показана сильная корреляция между ростом водителя и риском подвергнуться смертельной травме, вызванной воздушными подушками. Водители ростом до 5'3" составляют 0,907 SCI случая на 100 летальных исходов FARS. Риск уменьшается наполовину и составляет 0,484 для водителей с ростом 5'4" – 5'7" и намного ниже для водителей ростом в пределах от 5'8" до 6'. Не было зафиксировано ни

одного SCI случая в транспортных средствах до 1998 г. среди водителей более чем 6 футов роста.

Влияние пола трудно проанализировать, потому что пол существенно связан с ростом. Только два диапазона роста, 5'4" – 5'6" и 5'7" – 5'9", включают существенные количества и мужчин, и женщин. Таблица П4.5 показывает вдвое больший риск для женщин относительно мужчин в диапазоне 5'4" – 5'6". С другой стороны, в диапазоне 5'7" – 5'9" ни с одной женщиной не зафиксирован SCI случай против 7 с мужчинами. Таким образом, не ясно, добавляет ли риск принадлежность к женскому полу без учета факта, что женщины в среднем имеют меньший рост, чем мужчины.

Таблица П4.4

Отношение SCI случаев к FARS лобовым смертельным столкновениям от роста водителя

Рост водителя	SCI смертельные случаи	FARS смертельные случаи при лобовых столкновениях	SCI смертельные случаи, приходящиеся на 100 FARS смертельных случаев
До 5'3"	35	3860	0,907
5'4" – 5'6"	28	5778	0,484
5'7" – 5'9"	7	7449	0,094
5'10" – 6'	6	7879	0,076
Выше 6'	0	3442	0,0

Таблица П4.5

Соотношение SCI случаев к FARS лобовым смертельным столкновениям от роста и пола водителя

Рост водителя	Пол	SCI смертельные случаи	FARS смертельные случаи при лобовых столкновениях	SCI смертельные случаи, приходящиеся на 100 FARS смертельных случаев
1	2	3	4	5
До 5'3"	Мужской	0	374	0,0
	Женский	35	3486	1,004

Окончание табл. П4.5

1	2	3	4	5
5'4''–5'6''	Мужской	6	2125	0,282
	Женский	22	3653	0,602
5'7''–5'9''	Мужской	7	5668	0,124
	Женский	0	1781	0,0
5'10'' или больше	Мужской	6	10966	0,055
	Женский	0	354	0,0

Из таблицы П4.6 видно, что SCI риск смертельных исходов приблизительно в 3 раза больший для водителей возраста 70 лет или старше, чем для водителей моложе 55 лет.

Таблица П4.6

Соотношение SCI случаев к FARS лобовым смертельным столкновениям от возраста водителя

Возраст водителя	SCI смертельные случаи	FARS смертельные случаи при лобовых столкновениях	SCI смертельные случаи, приходящиеся на 100 FARS смертельных случаев
До 55 лет	38	21381	0,178
От 56 до 69 лет	14	3609	0,388
70 лет и старше	26	4371	0,595

Таблица П4.7 показывает, что непристегнутые водители имеют SCI риск в 1½ раза больший по сравнению с пристегнутыми водителями. Другими словами, ремни безопасности значительно уменьшают, но ни в коем случае не устраняют риск летального исхода. Кроме того, даже правильно используемые привязные ремни не устраняют риск: согласно детальным SCI исследованиям только 5 из 26 летальных исходов с пристегнутыми водителями в табл. П4.7 относятся к неправильному упот-

реблению ремней. Пожилые и непристегнутые водители также имеют более высокий риск летального исхода при столкновениях.

Таблица П4.7

Соотношение SCI случаев к FARS лобовым смертельным столкновениям при использовании ремня безопасности водителем

Использование ремня безопасности водителем	SCI смертельные случаи	FARS смертельные случаи при лобовых столкновениях	SCI смертельные случаи, приходящиеся на 100 FARS смертельных случаев
Непристегнутый	49	14722	0,333
Пристегнутый	26	11908	0,218

В таблице П4.8 объединены все предыдущие факторы риска и рассчитан SCI риск летального случая для самой уязвимой группы водителей. Усредненный показатель для водителей составляет 0,27 SCI смертельных случаев, приходящихся на 100 FARS смертельных случаев.

Таблица П4.8

Соотношение SCI случаев к FARS лобовым смертельным исходам для водителей

	SCI смертельные случаи	FARS смертельные случаи при лобовых столкновениях	SCI смертельные случаи, приходящиеся на 100 FARS смертельных случаев
1	2	3	4
Все водители	78	29361	0,27
Водители-женщины ниже 5'3"	35	3486	1,00
Водители-женщины ниже 5'3" в возрасте 70 лет и старше	14	721	1,94

1	2	3	4
Непристегнутые водители-женщины ниже 5'3" в возрасте 70 лет и старше	7	180	3,88

Риск увеличивается почти в четыре раза, до 1,00, для водителей-женщин ростом ниже 5'3". Происходит почти двукратное его увеличение, до 1,94, если водители женщины имеют возраст 70 лет или старше. Этот результат снова удваивается, до 3,88 в 100 случаев FARS, для непристегнутых женщин ростом менее 5'3" при возрасте 70 лет или старше. Это в 14 раз превышает риск для усредненного водителя. Однако это все еще меньше риска для 11–12-летних пассажиров-детей (5,88 согласно табл. П4.2), и это только некоторая доля риска для детей возраста 6–10 лет (31,62), не говоря уже о малышах или младенцах. Кроме того, даже в этой самой уязвимой группе водителей большое сокращение SCI случаев, вероятно, будет незаметно в любом статистическом анализе FARS и может быть обнаружено только непосредственно при анализе SCI данных.

П4.4. Модернизация передних воздушных подушек 1998–99 гг.

Конструкция подушек безопасности должна обеспечить баланс между быстрой подачи достаточного количества газа для поглощения существенной части кинетической энергии непристегнутого человека и минимизацией риска находящегося в ненадлежащем положении человека за счет ограничения силы развертывания. В начале 1980-х, когда использование ремней безопасности наблюдалось менее чем у 15 процентов участников дорожного движения, приоритет в функциях ПБ смещался в сторону непристегнутого человека. ПБ должны были пройти crash-тест на скорости 30 миль в час с непристегнутыми манекенами, расположенными на месте водителя и правом переднем сидении, в котором само транспортное средство сталкивается с твердым барьером. Первые ПБ размещались в местах, где они могли непосредственно перехватить движение непристегнутого человека вперед. Кроме того, возникшая после 1973 года тенденция к уменьшению размеров автомобилей привела к появлению более мощных ПБ, чем первоначально предполагалось. Поскольку маленькие автомобили имеют менее прочный корпус, они замедляются более резко, чем большие, в тесте на столкно-

вание с барьером на скорости 30 миль в час, и ПБ должна полностью развернуться быстрее, чтобы быть готовой защитить человека.

В период 1995–1996 гг. серьезные травмы детей и других людей, занимавших неправильные положения на сидениях, привели к незамедлительной необходимости уменьшения вреда от воздействия подушек. В тот же период времени использование ремней безопасности увеличилось до 61 %, и их применение закреплено законодательно в 49 штатах и в Округе Колумбия США (данные NHTSA).

На встрече Общества инженеров автомобилистов (SAE) 12 апреля 1995 г. и на последующих брифингах Национальной транспортной администрации безопасности движения (NHTSA) доктор Празад (Prasad) из компании Форд представил разумные предложения по модернизации ПБ:

- "агрессивные" ПБ травмируют людей, занимающих ненадлежащее положение в автомобиле, и даже некоторых, которые находятся в надлежащем положении;
- сокращение начальной скорости развертывания и другие технические изменения могут значительно снизить риск травмы;
- компания Форд считает требование прохождения crash-теста с непристегнутым человеком на скорости 30 миль в час (требование номером 208 FMVSS) препятствием, которое сдерживает разработку с помощью имеющихся или предполагаемых в ближайшем будущем технологий менее травмоопасных ПБ;
- NHTSA должна ослабить до некоторых пределов требования к прохождению теста для непристегнутых людей, чтобы дать толчок модернизации ПБ. Он рекомендовал уменьшить скорость до 25 миль в час;
- большое увеличение применения ремней безопасности с принятием законов, запрещающих езду в непристегнутом состоянии почти в каждом штате, оправдывает смену приоритета в развитии ПБ от непристегнутого к пристегнутому субъекту.

Начальная скорость развертывания может быть уменьшена «понижением мощности ПБ» за счет удаления части компонента, генерирующего газ, или удаления части газа из баллона, служащего для его подачи в подушку. Не существует единственного параметра количественной оценки степени понижения мощности. Два параметра используются в литературе – процент уменьшения пикового давления источника сжатого газа и сокращение средней скорости нарастания давления в зоне приближения к его пиковому значению.

19 марта 1997 г. NHTSA выпустила Заключительное правило о понижении мощности. Оно внесло исправление в Номер 208 FMVSS, которое немедленно вступило в силу. По крайней мере, до 1 сентября 2001 г. (позже продлено до 1 сентября 2006 г.), изготовители получали право выбора: они могли теперь сертифицировать автомобиль как прошедший sled-тест на скорости 30 миль в час без ремня безопасности со стандар-

тизированным импульсом замедления или как выполнивший crash-тест на скорости 30 миль в час без ремня. Модель называют "**sled-сертифицированной**", если изготовитель выбрал sled-тест. Изготовители сразу стали применять эту опцию. Модели автомобилей, охватившие приблизительно 70 процентов продаж, были sled-сертифицированы в течение всего 1998 года. К началу 1999 года, приблизительно 99 процентов автомобилей прошли sled-сертификацию.

Программа испытаний, получившаяся в результате изысканий NHTSA «Последние уточнения оценки снижения мощности», суммирует результаты 89 sled-тестов разворачивания подушек, проведенных в апреле – августе 1996 г., и делает выводы о потенциальных воздействиях снижения мощности на травмы при авариях. Агентство приобрело множество образцов систем безопасности на основе воздушной подушки, применяющихся в отобранных транспортных средствах, и устанавливало их на скользящих рамах, воспроизводящих интерьеры исследуемых транспортных средств, с манекенами. Воздушные подушки водителя или пассажиров приводились в действие (разворачивались):

- в их оригинальном состоянии или в состоянии пониженной мощности на величину от 18 до 60 процентов (по уменьшению пикового давления источника газа) за счет удаления части газа;
- пассажирские подушки безопасности устанавливались в средней части приборной панели или в вершине приборной панели в зависимости от того, как они смонтированы на транспортном средстве;
- с манекенами для возраста 12 месяцев, 3 года, 6 лет, женским манекеном с 5-й перцентили, мужским манекеном 50-й перцентили;
- с правильно расположенными взрослыми манекенами – пристегнутыми и пристегнутыми, – находящимися на сидении между положениями «полностью назад» и «полностью вперед»;
- с манекенами, помещенными в кресла для младенцев, установленные в положение спиной по направлению движения. Однако тесты были выполнены только с воздушными подушками в их оригинальном состоянии, не при пониженной мощности;
- с детскими манекенами в ненадлежащем положении, стоящими непосредственно перед приборной панелью, наклонившись на нее или сидя на полу непосредственно перед ней. Женские манекены 5-й репрезентативности сидели непосредственно за рулем или были наклонены в его сторону.

Переход от crash-теста с пристегнутым человеком на скорости 30 миль в час к общему sled-тесту позволил быстро провести снижение мощности в диапазоне 20-35 процентов на всех выпускаемых моделях. Более глубокое снижение мощности может привести к непрохождению (по перегрузкам грудной клетки g) в sled-тесте и далее не рассматривается при анализе.

Не проводилось сравнение тестов с манекенами 12-месячных младенцев на ПБ пониженной мощности и оригинальных воздушных подушках. NHTSA также отказался делать выводы относительно младенцев по результатам тестов с манекеном для 3-х летнего возраста от снижения мощности. Как указано выше, младенцы ни в коем случае не должны перевозиться на переднем сидении, оборудованном воздушной подушкой.

В реальных авариях дети, находящиеся в неправильном положении, имели высокий риск получения травмы шеи и головы. Тесты показали высокие значения критерия травмирования шеи для манекенов. ПБ пониженной мощности привели к существенно более низким значениям критерия травмирования шеи. NHTSA перевел критерии травмирования шеи в вероятности смертельной травмы и усреднил результаты для различных положений манекенов. По предположению агентства, снижение мощности ПБ 20–35% приведет к уменьшению смертельных травм детей, занимающих неправильное положение, на 43,5%.

Смерти водителей и передних пассажиров, занимающих неправильное положение на сидении, в реальных авариях происходят в результате травм головы, шеи и/или грудной клетки. NHTSA провел тесты на неправильное положение с манекенами на месте водителя, представляющими 5-процентную выборку из генеральной совокупности женщин. Они включали тесты, сравнивающие ПБ со сниженной на 25–42% мощностью с оригинальными подушками для двух моделей автомобилей. Кроме того, выполнены другие тесты, сравнивающие транспортные средства того же самого производителя моделей 1994 и 1996 годов, где ПБ были модернизированы. Тесты в основном показывали уменьшение травмы головы, шеи и критериев травмы груди у подушек пониженной мощности и модернизированных ПБ. NHTSA не определило количественное снижение процента смертельных исходов, но высказало предположение, что снижение мощности подушек на стороне водителя “может уменьшить большую часть смертельных случаев, но не все из них” и “может исключить почти все смертельные случаи” среди взрослых пассажиров.

Правильно расположенные водители и взрослые пассажиры. В прямом лобовом столкновении, которое приводит к резкому замедлению, но небольшому проникновению конструктивных элементов внутрь транспортного средства, взрослые водители и пассажиры имеют существенный риск травмирования груди. Для полного развертывания подушки необходимо существенное давление газов, чтобы смягчить грудную клетку человека, особенно если он не пристегнут. Снижение мощности, может привести к увеличению травмы груди для правильно расположенного на сидении, но пристегнутого взрослого человека. Он может с большой вероятностью «пробить» воздушную подушку более

низкого давления и получить травму от конструкций, находящихся под ней, например от рулевого устройства.

Sled- и crash-тесты с 25% снижением мощности показали увеличение перегрузок груди, за исключением пристегнутых пассажиров. NHTSA разработал два статистических метода предсказания увеличения роста смертельных травм (в %) от увеличения перегрузки груди (в g) и две гипотезы о том, какая часть смертельных лобовых столкновений адекватна столкновению с барьером. Это позволило определить диапазон вероятных эффектов от снижения мощности:

- водители без ремня безопасности – увеличение на 0,04–0,6% смертельных случаев;
- пристегнутые водители – увеличение на 0,3–2,7%;
- непристегнутые пассажиры – увеличение на 1,9–15,6%;
- пристегнутые пассажиры – сокращение на 0,3–1,6%;
- все вышеупомянутые – увеличение на 0,3–2,8%.

Другими словами, полное увеличение смертельных исходов с взрослым человеком, правильно расположенным в автомобиле, может быть настолько незначительным (0,3%), что не будет обнаружено при любой статистической обработке данных по столкновениям. Или это значение может быть достаточно большим (2,8%), чтобы быть обнаруженным после того, как многолетние данные по столкновениям станут доступными. Если бы рост был около нижней границы диапазона, NHTSA расценил бы это ниже, в абсолютных цифрах, чем число детей, спасенных благодаря снижению мощности. Даже у верхней границы диапазона увеличение на 2,8% незначительно по сравнению с 29-процентной эффективностью воздушных подушек в прямом лобовом столкновении.

Пиковое давление и скорость его повышения у ПБ водителя. Среди 14 миллионов транспортных средств, проданных в 1998 году, почти 13 миллионов были изготовлены для прохождения sled-сертификации вначале или середине 1998 года. Почти 11 миллионов из этих 13 миллионов транспортных средств имели детальные данные о работе воздушной подушки. Они показали что:

- у 84% была снижена мощность подушек для sled-сертификации, как следствие сокращения пикового давления и/или скорости его повышения;
- у 1,5% не было снижения мощности, но была существенная модернизация, доказательством чему было изменение другого ключевого параметра;
- у 7% увеличилось пиковое давление и скорость его повышения относительно 1997 г. (обычно незначительно);
- у 7,5% не были проведены изменения с 1997 г.; однако почти половина из них подвергалась снижению мощности в 1996 или 1997гг., хотя еще сертифицировались по crash-тесту.

Для всех 11 миллионов транспортных средств (включая те, у которых не понижалась мощность подушек) пиковое давление ПБ водителя было уменьшено на 13% от взвешенного среднего по всей массе проданных автомобилей 186,8 кПа в 1997 году до 162,5 кПа в 1998 г. Скорость повышения давления была уменьшена на 24%: от 7,46 кПа/мс в 1997 г. до 5,64 кПа/мс в 1998 г. Для 84% этих транспортных средств, которые имели подушки сниженной мощности при sled-сертификации, пиковое давление понижено в среднем на 16%, и скорость его повышения на 30%.

Пиковое давление и скорость его повышения воздушных подушек пассажиров. Более чем 13 миллионов из всех 14 миллионов транспортных средств, проданных в 1998 году, были моделями, изготовленными под sled-сертификацию в начале или середине 1998 года. Данные об особенностях ПБ были доступны для 10 миллионов из этих 13 миллионов транспортных средств. Они показали что:

- у 69,5% была понижена мощность подушек для прохождения sled-сертификации;
- у 11% не было снижения мощности подушек, но они были существенно перепроектированы некоторым другим способом, чаще всего изменялось их расположение относительно пиротехнического генератора газа или гибридных генераторов;
- только у 0,5% увеличилось пиковое давление и скорость его повышения по сравнению с 1997 г.;
- у 19% изменений не было с 1997 г.; большинство из них не изменились также и в предыдущие годы.

Для всех 10 миллионов транспортных средств пиковое давление воздушных подушек водителя было уменьшено на 13% от взвешенного среднего, определенного по проданным автомобилям, от 328,6 кПа в 1997 году до 285,04 кПа в 1998 г. Скорость повышения была уменьшена на 18 процентов: от 8,63 кПа/мс в 1997 году до 7,09 кПа/мс в 1998 г.. Для 69,5% транспортных средств, которые имели подушки сниженной мощности, когда они sled-сертифицировались, пиковое давление понижено в среднем на 18%, а скорость его повышения на 27%.

Другие параметры воздушных подушек водителя. В течение 1990-х гг. ПБ водителя стали чаще утапливаться внутрь руля и реже выступать за него. Объем ПБ остался тем же самым. Размер задней части развертывающейся ПБ уменьшился в среднем с 16 до 14 дюймов. Почти все ПБ были пиротехническими, генератором газа был азид натрия. В начале 1990-х гг. большинство ПБ не имело никаких ограничителей. К 1998 г. 88 процентов имели два или больше ограничителя габарита. Расположение подушки в нише, уменьшение габарита по толщине, изменение способа укладки и добавление ограничителей способствуют отдалению водителя от развертывающейся воздушной подушки. Однако

эти изменения были постепенными и, в отличие от снижения мощности, проводились неодновременно и не связаны с 1998 годом.

Другие параметры воздушных подушек пассажиров. С 1993 до 1998 гг. воздушные подушки изменялись, чтобы не быть близко расположенными к пассажирам. Среднее расстояние от самой дальней точки развертывания, установленной в середине приборной панели ПБ, до положения контрольной точки сидящего (SRP) увеличилось на 9 дюймов. Объем ПБ постепенно уменьшился на 26% с 1993 до 1998 гг. и масса на 10%. Подушки безопасности первоначально были пиротехническими. К 1998 г. приблизительно половина из них использовала гибридный генератор газа, комбинацию хранимого в баллоне газа и пиротехнического агента. Эти изменения способствуют уменьшению травмирования от ПБ; однако они были проведены постепенно, а не сконцентрированы в 1998 г.

Результаты тестов. NHTSA, следуя программе испытаний 1996 г., выполнило сопоставимые тесты отобранных моделей транспортных средств 1998 и 1999 годов и сравнило критерии травмирования на манекенах с предыдущими результатами для транспортных средств 1996 года.

Для манекена водителя-женщины 5% репрезентативности критерии травмы шеи были существенно ниже в 1998–1999 гг., чем в 1996. Однако они все еще превышали в некоторых из тестов допустимый уровень.

Аналогично, для манекена пассажира-ребенка 6-ти лет, не находящегося в надлежащем положении, критерии травмы головы, шеи и груди были существенно ниже в 1998–1999 гг., чем в 1996. Однако они все еще превышали в некоторых тестах допустимый уровень.

NHTSA также выполнил тест столкновения с барьером на скорости 30 миль в час с непристегнутыми, правильно расположенными манекенами мужчин 50% репрезентативности, расположенными на месте водителя и на правом переднем месте. Для всех 13 водителей и 13 пассажиров критерий травмы головы (НГС) и показатель деформации груди не превышали допустимых значений. Сравнение по критерию согласия средних значений для транспортных средств ранее 1998 года выпуска, оборудованных воздушными подушками, показало, что перегрузка груди увеличилась на 5–10% для водителей и пассажиров, тогда как деформация груди и НГС остались на том же уровне.

П4.5. Другие мероприятия по снижению риска от ПБ

Перемещение детей на заднее сидение. Самое первое действие по снижению риска для детей от воздушных подушек было предпринято в октябре 1995 г. NHTSA, изготовители и сообщество безопасности приняли участие в длительной кампании по оповещению населения об опас-

ности воздушных подушек для детей и необходимости перевозки детей на задних местах транспортных средств, оборудованных воздушными подушками.

Население отреагировало, по крайней мере, в отношении детей младшего возраста. NHTSA проанализировала расположение пассажиров-детей в 363579 авариях по данным из Флориды, Штата Мэриленд и Юты. В 2001 г. только 8% младенцев возраста от 0 до 3 лет и малышей все еще перевозились на переднем сидении по сравнению с 26% в 1995 г. Количество 4–7-летних детей, перевозимых на переднем сидении, снизилось с 33 до 19%. Однако количество 8–12-летних детей на переднем сидении уменьшилось с 39 только до 35%. Другими словами, только из-за изменения размещения детей в автомобиле, даже не принимая во внимание эффект от модернизации воздушных подушек, можно было ожидать снижение количества смертельных травм от воздушных подушек в период с 1995 года до 2001 год примерно на две трети для младенцев и малышей, возраста от 0 до 3 лет, наполовину для детей возраста 4–7 лет, и только немного – для подростков возраста 8–12 лет.

Релейные выключатели. С 22 июня 1995 г. FMVSS номер 208 разрешил использование релейных выключателей для ПБ пассажира в транспортных средствах, у которых отсутствуют задние сидения, для тех, где невозможно установить кресло ребенка иначе, чем спиной по направлению движения.

В таких транспортных средствах релейные выключатели допускаются использовать для моделей до 2012 года. Почти все модели пикапов до 2004 года, кроме тех, где кабины рассчитаны на число пассажиров большее двух, имеют релейные выключатели для ПБ пассажиров. Они в большинстве своем были внедрены в 1997 или 1998 гг. Выключатели расположены на приборной панели и могут управляться только ключом зажигания. Выключатели имеют два параметра настройки: “ПБ включена” и “ПБ выключена”.

Возраст пассажира	Переключатель в положении «ВКЛ», %	Переключатель в положении «ВЫКЛ», %
1	2	3
Менее 1 года	14	86
1 – 6 лет	26	74
7 – 8	41	59
9 – 10	53	47
11 – 12	70	30
13 – 15	78	22

1	2	3
16 – 19	83	17
20 – 59	85	15
60 – 79	81	19
70 лет и старше	44	56

Для достижения положительного результата выключатель должен выключаться всякий раз, когда на переднем пассажирском сидении находится ребенок в возрасте 0–12 лет, и включаться, если пассажир 13 лет или старше (за редкими исключениями). Обзор 2000 NHTSA пикапов, находившихся в эксплуатации, показал, что релейные выключатели в большой степени предотвратили воздействие ПБ на маленьких детей, сохраняя эффект безопасности воздушных подушек для подростков и взрослых. Однако, несмотря на рекомендации, использование населением выключателей не было близким к 100 процентам. В частности выключатели оставляли включенными для большинства пассажиров-детей возраста 7–12 лет и выключенными для почти половины взрослых 70 лет или старше (процент от выключателей, находящихся в рекомендованном состоянии, показан жирным шрифтом).

Отдаление водителей от воздушных подушек. Проведена кампания, проинформировавшая водителей об опасности приближения к ПБ при управлении транспортным средством на расстояние меньше 10". В некоторых транспортных средствах, регулировка педалей или другие усовершенствования позволили низкорослым водителям соблюдать расстояние до ПБ. Использование ремней безопасности увеличилось с 61% в 1996 г. до 75% в 2002 г., способствуя сохранению положения водителя в естественном положении до наступления столкновения.

Двухступенчатые ПБ. В 1999 г. несколько моделей автомобилей были оборудованы двухступенчатыми ПБ пассажира. К 2001 году у примерно 20% новых транспортных средств такими подушками были оборудованы места водителей и пассажиров. Двухступенчатые генераторы газа изменяют давление в передней ПБ в течение столкновения. В серьезных столкновениях обе ступени срабатывают в одно и то же время, приводя к разворачиванию ПБ с более высоким давлением для максимального поглощения кинетической энергии человека. Но в менее серьезных авариях, требующих меньшей степени наполнения подушки для смягчения удара человека, может сработать только одна ступень газогенератора. Это приводит к разворачиванию ПБ при более низком давлении и уменьшает риск для человека, находящегося в ненадлежащем положении. В некоторых транспортных средствах принимают во внимание использование человеком ремня безопасности, его вес и рас-

положение в момент аварии, так же как ожидаемую серьезность столкновения. Обычно для пристегнутого человека требуется более высокая серьезность столкновения, чтобы вызвать срабатывание обеих ступеней газогенератора, потому что требуется меньшая сила для амортизации, чем в случае пристегнутого человека.

Прогрессивные воздушные подушки. В 2000 г. NHTSA внесло изменение в Номер 208 FMVSS с целью усовершенствования воздушных подушек нового поколения, которые будут существенно менее опасными для людей, неправильно расположенных в автомобиле, но также и более эффективными для правильно расположенных людей. Эти "прогрессивные" воздушные подушки работают в пошаговом режиме. В период с 1 сентября 2003 г. до 1 сентября 2006 г. появились воздушные подушки, работающие в нескольких режимах: не разворачиваются вообще при наличии детей на сидении в опасном положении (имеют функцию "подавления" разворачивания), разворачиваются только на низком уровне наполнения ("разворачивание низкого риска") или отслеживают движение водителя и пассажиров и подавляют воздушную подушку, если они расположены слишком близко к ней ("динамическое автоматическое подавление"). Системы первого поколения подавления разворачивания либо разворачивания подушек с низким риском состоят из датчиков, которые отличают ребенка от взрослого пассажира на основании их веса и/или размеров, когда они находятся на сидении. Датчики могут просто измерить вес пассажира или они могут быть встроены в коврики распознавания образов на сидении, расположенные под подушкой сидения. Датчики определяют интенсивность и распределением давления по подушке сидения, находится ли ребенок в кресле для его перевозки, либо ребенок не находится в кресле безопасности, или на сидении располагается взрослый пассажир. Будущие системы смогут обнаруживать положение пассажира и проверять близость его к воздушной подушке в момент перед столкновением. (На первое августа 2006, ни одна из систем не использует такую технологию). Кроме того, прогрессивные воздушные подушки должны выдерживать тесты на лобовое столкновение с барьером и тест на столкновение со смещением с женскими манекенами с 5-ой перцентили (5-ти процентной репрезентативностью) в дополнение к исходному тесту на столкновение с барьером с манекеном мужчины с 50-ой репрезентативностью. Sled-тест с пристегнутым манекеном на скорости 30 миль в час был заменен тестом на столкновение с барьером, но при скорости 20–25 миль в час. Для моделей, предполагаемых к выпуску в 2008–2010 годах, поэтапно будет происходить переход теста на столкновение с барьером с пристегнутым мужским манекеном 50-й репрезентативностью от используемой в настоящее время скорости в 30 миль в час до 35 миль в час.

Ремень безопасности с предварительным натяжением. К 2002 году приблизительно 63% новых транспортных средств были оборудованы приспособлениями предварительного натяжения, которые ликвидируют слабинку привязного ремня почти немедленно при столкновении, чтобы устранить зазор. Это механические или пиротехнические устройства, расположенные в пределах устройства натяжения поясного ремня или в устройстве крепления пряжки. Выбирая слабинку, они могут уменьшить силу взаимодействия пристегнутого пассажира с развертывающимися воздушными подушками. Очевидно, они не производят никакого эффекта на пассажира без ремня безопасности.

П4.6. Предшествующие статистические исследования модернизированных пневматических подушек безопасности

Ожидания NHTSA и сообщества по безопасности от внедрения модернизированных подушек безопасности были следующими:

- Оптимизм, который предполагал существенное уменьшение смертельных исходов и травм людей, находящихся в ненадлежащем положении, кроме, возможно, младенцев в креслах, расположенных спинкой по направлению движения. Необходимо получить статистически существенное снижение количества этих несчастий, чтобы продемонстрировать достижение цели от модернизации.

- Что касается смертных случаев при лобовом столкновении с правильно расположенными, но не пристегнутыми взрослыми, то возможно их увеличение относительно случаев с пневмоподушками выпуска ранее 1998 года. И здесь, в случае если статистические исследования, основанные на соответствующих данных, не в состоянии показать существенные изменения, мы все же вправе утверждать, что модернизация достигает своей цели сохранения преимуществ пневмоподушек по сохранению жизни. Отсутствие новостей – это хорошая новость.

- Неустойчивый эффект для правильно расположенных пристегнутых людей: эти пневмоподушки могут дать положительный эффект, нанести вред, или, наиболее вероятно, привести к незначительным изменениям. Здесь также отсутствие новостей – это хорошая новость.

NHTSA SCI данные анализа несчастных случаев с детьми и/или людьми, находящимися в ненадлежащем положении. Программа «Специальные исследования столкновений» (SCI) выделяет случаи смертельных травм людей из-за контакта с пневмоподушками, которые бы не произошли при столкновении автомобиля, не оборудованного пневмоподушками (по показателю Дельта $V < 25$ миль в час). Каждый квар-

тал NHTSA сводит в таблицу смертельные случаи, произошедшие до настоящего времени по моделям транспортных средств, и вычисляет коэффициент несчастных случаев по году выпуска моделей на миллион всех транспортных средств, зарегистрированных в течение года. Таблицы показывают резкое снижение смертельных случаев по всем типам в конце 1990-х. Например, на 1 января 2006 г., SCI коэффициент смертельного исхода для пассажиров-детей был 0,366 для модели 1996 года, 0,281 для 1997, 0,074 для 1998 г. и 0,038 для 1999 года. Другими словами, для детей снижение является особенно большим в 1998 г. SCI коэффициент смертельного исхода для взрослых водителей уменьшился от 0,108 в 1996 г. до 0,020 в 2000 г., но не наблюдалось значительного понижения в 1998 г. Основная тенденция снижения в течение многих лет уже стала очевидной. Другими словами, SCI табулированные данные демонстрируют, что что-то сильно снижает смертельные случаи с людьми, занимающими неправильное положение в салоне, но невозможно выделить из этого эффекта ту часть, которая связана с модернизацией пневмоподушек, и ту часть, которая обусловлена другими факторами, типа общественных кампаний по информированию общества.

NHTSA исследования данных SCI. В своей экономической оценке 2000 года усовершенствованных пневмоподушек агентство проанализировало SCI данные, доступные на тот период, сравнивая коэффициенты несчастных случаев за календарный год, так же как и по годам выпуска моделей, в попытке разобраться в эффектах, вносимых модернизацией пневмоподушек и кампаниями по информированию общества. В целом, SCI коэффициент несчастного случая был на 65% ниже у моделей 1998 года, чем у моделей 1996–1997 гг. Но когда данные были ограничены тем же самым периодом календарного года (01.10.1997 – 01.01.2000), коэффициент несчастного случая был только на 44% ниже в модели 1998 года, чем в 1996–1997 гг. Агентство пришло к выводу, что “около 2/3 всего эффекта приходится на модернизацию пневмоподушек, и 1/3 эффекта – на изменение размещения”, например перемещение детей на задние сидения или увеличение расстояние между водителем и рулевым колесом.

В 2003 г. Kindelberger, Chidester и Ferguson проанализировали последние SCI данные и снова пришли к выводу, что модернизация пневмоподушек и изменения в поведении приводят к существенному сокращению смертельных случаев. Они сравнили SCI коэффициенты несчастных случаев с пневмоподушками, сертифицированными по тесту на столкновение с барьером и по sled-тесту, за календарный год. Исследования, приведенные в главе 2 этого отчета, используют подобный подход для более свежих SCI данных.

Анализ страховых данных. Исследователи в детской больнице Филадельфии и Государственной страховой компании (State Farm Insurance) собрали и проанализировали информацию относительно лобовых столкновений 1998–2002 гг., охватывающую пристегнутых пассажиров детского возраста 3–15 лет, находившихся на переднем сидении. Они сравнили число срабатываний на 100 лобовых столкновений модернизированных пневмоподушек против пневмоподушек исходной конструкции и отметили эффект смягчения последствий ($AIS \geq 2$) для детей, участвующих в авариях, где пневмоподушка разворачивалась. В легковых автомобилях с модернизированными пневмоподушками число травм на 51% ниже, чем для легковых автомобилей с пневмоподушками исходной конструкции (значение достоверное в статистическом смысле). В микроавтобусах понижение составило 52% (значение статистически не значимое). Однако для спортивных автомобилей с модернизированными подушками соотношение расхождений в последствиях столкновений было на 30% большим, чем в спортивных автомобилях с пневмоподушками исходной конструкции (значение статистически не значимое).

Учет травм, которые не опасны для жизни ($AIS 2,3$) и 13–15-летних подростков, и исключение пристегнутых детей, так же как всех младенцев и малышей в возрасте 0–2 года, несколько сдвигает результаты анализа из области серьезных травм в сторону травм, неправильного расположенных, главным образом, пристегнутых детей. Вычисление коэффициентов травмирования на 100 срабатываний – дополнительный потенциальный источник расхождений, потому что вероятность срабатывания может меняться от модели к модели и может измениться в результате модернизации модели. Подтвердились значительные аналогичные снижения травмирования в легковых автомобилях и микроавтобусах, но результаты для спортивных автомобилей увеличились (подняли планку) и требуют дополнительного анализа в этом отчете.

Исследования всех воздействий на взрослых анализ FARS 1998–1999 гг. Одна и та же методика оценки полной эффективности пневмоподушек использовалась для сравнения соотношения смертельных случаев при лобовых и нелобовых столкновениях в транспортных средствах, оборудованных пневмоподушками по отношению к транспортным средствам без подушек безопасности. Нелобовые смертельные случаи использовались в качестве контрольной группы. Та же самая методика может использоваться для оценки изменения в риске смертельного исхода при сравнении одного типа пневмоподушек с другим, например, модернизированных подушек и оригинальных. В 2000 г. NHTSA наряду с экономической оценкой усовершенствованных пневмоподушек сравнила

риск смертельного исхода расположенных на передних сидениях людей, основываясь на данных FARS за 1998 и первые шесть месяцев 1999 г.:

	Смертельные случаи при лобовых столкновениях	Смертельные случаи при нелобовых столкновениях	Соотношение риска смертельных случаев при лобовых и нелобовых столкновениях
Пневмоподушка оригинальной конструкции 1995–1997 модельные годы	3684	2699	1,365
Модернизированная пневмоподушка 1998–2000 модельных годов	1051	782	1,344

Соотношение смертельных случаев при лобовых и нелобовых столкновениях осталось почти неизменным. Фактически произошло улучшение на незначительные два процента в транспортных средствах с модернизированными пневмоподушками. Это было первым из отмеченных фразой “отсутствие новостей уже хорошая новость” в начале параграфа выводов о том, что модернизация не ухудшила защитные свойства пневмоподушек при правильном расположении взрослых в автомобиле. Рассмотрение этого отчета позволит обновить результаты предыдущих исследований и значительно их уточнить, потому что дополнительно стали доступными многие данные.

Анализ FARS за 2000–2002 гг. Braver, Kyrychenko и Ferguson сравнили автомобили с модернизированными пневмоподушками и автомобили с оригинальными подушками 1997–1999 модельных лет. Сравнение проведено по коэффициентам смертельных случаев при лобовых столкновениях, помноженным на миллион, относительно произведения количества зарегистрированных транспортных средств и срока их эксплуатации. Количество несчастных случаев было получено из данных FARS за 2000–2002 гг. R.L. Polk снабжал регистрационные данные, дополненные информацией от National Household Travel Survey (Национального домашнего обзора путешествий) и страховых картотек, чтобы связать с пробегом за год или подразделить по полу. “Лобовое” столкновение определено как столкновение, которое имеет направление, соответствующее расположению часовых стрелок на 12:00 (по данным FARS). Коэффициенты смертельных случаев водителей были на 6% ниже в транспортных средствах с модернизированными подушками безопасности, по сравнению с автомобилями, оборудованными оригина-

нальными пневмоподушками. Принимая во внимание, что общее снижение статистически не существенно, это является дополнительным свидетельством того, что модернизация пневмоподушек не снижает полной защиты взрослых при столкновениях. Обнаружено значительное увеличение количества смертельных случаев в пикапах с модернизированными пневмоподушками, которое нуждается в обязательном подтверждении дополнительными данными. Дополнительные данные также позволили бы сфокусировать анализ на модернизированных пневмоподушках, например, исключая изготовителей автомобилей, пневмоподушки которых оставались неизменными при прохождении sled-сертификации, или тех, кто внес другие изменения, например приспособления для предварительного натяжения привязного ремня.

Другие статистические исследования. A Blue Ribbon Panel for Evaluation of Depowered and Advanced Air Bags, отпочковавшееся от общества по исследованиям безопасности, представила находки, основанные на меньших, чем FARS, наборах данных, на встрече с общественностью и технической конференции в 2003 г. Углубленные исследования столкновений, выполненные Университетом Мичигана наводят на мысль о том, что транспортные средства 1998 года выпуска и более поздние столь же эффективны в защите головы, шеи, груди, лица и живота для пристегнутых и пристегнутых людей при лобовых столкновениях от умеренной до серьезной степени тяжести, как и транспортные средства выпуска до 1998 года. Исследования NHTSA «Системы данных выживания в авариях» для 1993–2001 гг. указали, что водители при лобовом особо жестком столкновении транспортных средств 1998–2002 годов подвергались травмированию в значительно меньшей степени и получали менее серьезные травмы, чем их коллеги в транспортных средствах выпуска до 1998 года. Это справедливо для всех водителей – мужчин и женщин независимо от серьезности столкновения. Однако в столкновениях, исследованных Центром травмы Ryder во Флориде, предварительные данные показывают на 8% более высокое значение общего коэффициента несчастных случаев у пневмоподушек более поздних моделей.

Подводя итоги этих наблюдений, а также FARS и SCI исследований, завершенных к 2003 г., доктор Ferguson, консультант «A Blue Ribbon Panel...», пришел к выводу: “Не произошло никакого большого снижения в общей эффективности пневмоподушек относительно предсказанных значений. Действительно, большинство статистических исследований, которые были проведены до настоящего времени, показывают малое, но измеримое увеличение общей эффективности. ... Системы с пневмоподушками пониженной мощности ... значительно понизили вред детям, находящимся в ненадлежащем положении, и взрослым при медленных столкновениях”.

ПРИЛОЖЕНИЕ 5

Таблица П5.1

Ограничения на критерии для различного типа тестов

Тип	Америка			Европа		
	FMVSS208	FMVSS214	NCAP	EuroNCAP	EuroNCAP	EuroNCAP
	Лобовое столкновение (удар)	Боковой удар	Лобовой/ боковой удар	Лобовой удар	Боковой удар	Боком о столб
1	2	3	4	5	6	7
Ввод в действие	NPRM 12.5.00	NPRM 18.9.98	1972	с 2003	с 2003	с 2003
Скорость	56/48 км/ч	54 км/ч	56/61 км/ч	64 км/ч	50 км/ч	29 км/ч (carrier)
Вид препятствия	Фиксированное (стационарное) препятствие	Подвижное, деформируемое препятствие	Жесткое/ деформируемое препятствие	Деформируемое препятствие	Подвижное, деформируемое препятствие	Столб
Охват (перекрытие)	100%	-	100%/-	40%		
Угол столкновения	0°	27°	0°	0°	90°	90°

Продолжение табл. П5.1

1	2	3	4	5	6	7
Вес при тестировании	-	1368 кг	-/1368 кг	Доп. вес	950 кг	-
Система ограничений	Пассивная		Активная	X	X	X
ПАССАЖИРЫ						
Водитель	НПП 5, 50, 95%	US-SID; Спец.	НПП – 50% US-SID	НПП – 50%	Euro-SID ES-2 с 11/02	Euro-SID ES-2 с 11/02
Пассажир переднего сидения	НПП 5, 50, 95%	-	-	НПП – 50%	-	-
4-й пассажир – за водителем	НПП 12 мес., 3 года, 6 лет	-	-	P3	P11/2	-
6-й пассажир – за пассажиром	НПП 12 мес., 3 года, 6 лет	-	-	P11/2	P3	-
Температура (время измерения)	20.55 -22.22°C	18.89-25.56°C	-	19-22°C (>5h)	18-26°C (>5h)	18-26°C (>5h)

Продолжение табл. П5.1

1	2	3	4	5	6	7
КРИТЕРИИ БЕЗОПАСНОСТИ *						
НІС, НРС	≤1000 (НІС36) ≤700 (НІС15)		≤1000	≤1000 (НІС36) ^b	≤1000 (НІС36)	≤1000 (НІС36)
Head res 3 ms	-	-	-	≤80g ^a	-	≤80g
Head vert 3 ms	-	-	-	≤20g ^a	-	-
Neck – flex/extens.	190/57 Nm	-	-	МОС, Fz	-	-
Грудная клетка T1	-	-	-	-	-	-
Грудная клетка T12	-	-	-	-	-	-
Ребра	-	-	-	-	-	-
Chest Res 3 ms	≤60g	-	≤60g/-	≤60g	-	-
Head vert. 3 ms	-	-	-	≤30g	-	-
Сжатие грудной клетки	≤76,2 мм	-	≤76,2 мм	≤50 мм	≤42,0 мм	-

Окончание табл. П5.1

1	2	3	4	5	6	7
VC	$\leq 1,0$ м/с	-	$\leq 1,0$ м/с/-	$\leq 1,0$ м/с	$\leq 1,0$ м/с	-
ТП	-	85/90g	85/90g	-	-	-
Живот (брюшная полость)	-	-		-	2,5 кН	-
Таз	-	130g	130g	-	-	-
Pubic Symphysis	-	-	-	-	≤ 6 кН	-
Femur	10 кН	-	≤ 10 кН	Сила/время	-	-
Колено	-	-	-	15 мм	-	-
Нижняя часть ноги	-	-	-	≤ 8 кН	-	-
Tibia Index	-	-	-	$\leq 1,3$	-	-

* а. Для детей критерии повреждений другие.

б. Предельные значения отличаются в зависимости от оборудования автомобиля и контакта головы.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	1
ТЕМА 1. БИОМЕХАНИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ СУБЪЕКТОВ ДТП.....	4
ТЕМА 2. ОПИСАНИЕ БИОМЕХАНИЧЕСКИХ КРИТЕРИЕВ ТОЛЕРАНТНОСТИ ЧЕЛОВЕКА К ПЕРЕГРУЗКАМ	11
2.1. Описание критериев травмирования головы	11
2.2. Описание критериев травмирования шеи	13
2.2.1. Лобовое столкновение	13
2.3. Описание критериев повреждения груди	23
2.4. Описание критериев для нижних конечностей	26
2.5. Описание дополнительных критериев	31
ТЕМА 3. МЕТОДЫ ИСПЫТАНИЙ	38
3.1. Тест на прямое лобовое столкновение всей передней поверхностью.....	38
3.2. Тест на лобовое столкновение со смещением	39
3.3. Тест на боковые столкновения	40
3.4. Тест на столкновение с пешеходом	42
3.6. Манекены, используемые в тестах на столкновения.....	45
ТЕМА 4. ПРОТОКОЛ ОЦЕНКИ БЕЗОПАСНОСТИ И БИОМЕХАНИЧЕСКИЕ ПРЕДЕЛЫ	49
4.1. Критерии оценки лобового столкновения и предельные значения	50
4.1.1. Поправки для лобового удара.....	54
4.2. Критерии оценки боковых столкновений и предельные значения	59
4.2.1. Модификаторы оценок при боковом ударе.....	61
4.3. Тест на столкновение со столбом	62
4.4. Критерии оценки столкновения с пешеходом и предельные их значения	62
4.5. Визуальное представление результатов	63
4.6. Общие оценки	64
4.7. Соотношение между оценками в баллах и количеством звезд за прохождение тестов на лобовое и боковое столкновение	66
4.8. Соотношение между оценками в баллах и количеством звезд за прохождение тестов на столкновение с пешеходом	67
4.9. Перечеркнутые звезды	67
4.10. Концепции, лежащие в основе оценки	68
4.10.1. Лобовое столкновение	68
4.10.2. Тест на столкновение со столбом (полюсный тест)	70
4.11. Критерии оценки манекенов детей и предельные значения	71

4.11.1. Автомобили, оснащенные передними пассажирскими подушками безопасности.....	71
4.11.2. Детские удерживающие устройства, обращенные вперед (группы I, II и III)	73
4.11.3. Детские удерживающие средства (группы 0+, I и II, не опирающиеся на лицевую панель).....	73
4.11.4. Боковое столкновение	73
4.12. Рейтинг безопасности детей	74
4.12.1. Оценка динамики	75
4.12.2. Оценка ДУС	77
4.12.3. Оценка транспортных средств	82
4.12.4. Интегрированные ДУС	86
4.13. Концепции и разъяснения оценок безопасности детей	87
СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ.....	91
ПРИЛОЖЕНИЯ.....	92

Учебное издание

Остренко Сергей Александрович

**БИОМЕХАНИКА
ДОРОЖНО-ТРАНСПОРТНЫХ
ПРОИСШЕСТВИЙ**

Учебное пособие

по специальности

190702 «Организация и безопасность движения
(Автомобильный транспорт)»

Редактор С.Г. Масленникова
Компьютерная верстка Н.А. Игнатъевой

Лицензия на издательскую деятельность ИД № 03816 от 22.01.2001

Подписано в печать 01.10.2009. Формат 60×84/16.
Бумага писчая. Печать офсетная. Усл. печ. л. 9,0.
Уч.-изд. л. 12,3. Тираж экз. Заказ

Издательство Владивостокский государственный университет
экономики и сервиса
690600, Владивосток, ул. Гоголя, 41
Отпечатано: множительный участок ВГУЭС
690600, Владивосток, ул. Державина, 57