

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Тольяттинский государственный университет»

Институт машиностроения

(наименование института полностью)

Кафедра «Проектирование и эксплуатация автомобилей»

(наименование)

15.04.01 Машиностроение

(код и наименование направления подготовки)

Эксплуатация транспортных средств

(направленность профиль)

**ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА  
(МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ)**

на тему «Повышение эксплуатационных характеристик автомобиля путем  
улучшения обзорности с места водителя»

Студент

Г.А. Иванов

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Научный

канд. техн. наук А.В. Зотов

руководитель

(ученая степень, звание, И.О. Фамилия)

Тольятти 2022

## Содержание

Введение.....	3
1 Состояние вопроса по совершенствованию конструкции зеркал заднего вида легкового автомобиля.....	5
1.1 Конструктивные особенности зеркал заднего вида .....	5
1.2 Конструктивные элементы зеркал заднего вида.....	6
1.3 Требования, предъявляемые к зеркалам заднего вида .....	8
2 Испытания зеркал заднего вида.....	11
2.1 Испытания зеркал заднего вида для определения отражающей способности .....	11
2.2 Процедура проведения испытания зеркал для определения отражающей способности .....	15
2.3 Процедура определения радиуса кривизны отражающей поверхности зеркала .....	16
2.4 Испытания для определения центра вращения и фактического угла наклона туловища сидящего в автомобиле водителя или пассажира. ....	18
2.5 Требования к испытаниям датчиков слепых зон .....	25
3 Анализ и поиск решения по оптимизации конструкции зеркал заднего вида легкового автомобиля .....	29
3.1 Анализ действующих конструкций боковых зеркал заднего вида.....	29
3.2 Принцип работы системы обнаружения слепых зон .....	34
3.3 Обзор возможностей программы САВА .....	42
4 Оценка обзорности зеркала базовой конструкции .....	46
5 Анализ обзорности зеркала усовершенствованной конструкции.....	65
Заключение .....	71
Список используемой литературы .....	72

## Введение

Автомобильные зеркала – это один из тех незаменимых элементов управления автомобилем, без которого эксплуатация транспортного средства будет не столь комфортной и безопасной. В легковых автомобилях существует обычное, внутреннее зеркало, которое устанавливается непосредственно в салоне и крепится над или на лобовом стекле; и наружные зеркала заднего вида, которые располагаются снаружи автомобиля непосредственно на его кузове. Современные автопроизводители устанавливают правое и левое наружные зеркала заднего вида.

Количество автомобилей в Российской Федерации на конец 2021 года достигло 64 миллиона – это на два процента выше, чем в 2020 году, согласно отчету ГИБДД.

С ростом количества автомобилей повышаются риски возникновения дорожно – транспортных происшествий. Они являются ведущей причиной смерти людей по всему миру. Только в России в 2021 году произошло 133 тысячи автомобильных аварий. В них погибло 15 тысяч человек и еще порядка 168 тысяч пострадало.

Повышение безопасности эксплуатации современных транспортных средств является сегодня одним из самых важных вопросов. Среди вопросов безопасности транспортных средств стоит отметить концепцию "мертвой зоны" боковых зеркал – не видимая в зеркалах заднего вида, область, расположенная в соседнем ряду немного позади (слева и справа). В такой зоне легко теряется транспортное средство от других участников дорожного движения. Начав перестроение в такой ситуации и тем самым провоцируя "подрезание" соседнего автомобиля, водитель с высокой степенью вероятности может стать виновником ДТП. В то же время водитель автомобиля, находящийся в мертвой зоне так же, подвергается опасности.

Среди существующих конструкций систем обнаружения можно выделить разработки компании VOLVO – BLIS (Blind Spot Information

System) и компании Buick – Side Blind zone alert. Явным недостатком систем от компании VOLVO является использование ими сенсоров в виде камер, так как данная система не может выполнять свою функцию в условиях плохой видимости, например при тумане или во время сильного снегопада. На разрабатываемый проект автомобиля планировалось использование системы обнаружения слепых зон аналогично системе Buick, которое осуществляет свое функционирование за счет сенсоров в виде радаров, установленных на заднем бампере. Недостатком такой системы является значительный размер светодиода, занимающий до 15 % поверхности зеркального элемента, что не в значительной степени понижает безопасность эксплуатации транспортного средства.

Задачи и цели исследования.

Целью диссертации является поиск возможных вариантов оптимизации конструкции зеркал заднего вида, повышающих их эксплуатационные свойства в легковом автомобиле. Целью поисков возможных вариантов является повышение обзорности наружных зеркал заднего вида за счет нового вида конструкции датчика слепых зон.

Данная диссертация включает в себя обзор существующих конструкций систем обнаружения слепых зон, описывается технические регламенты испытаний зеркал заднего вида, датчиков слепых зон и методы определения координат точек манекена, необходимых для проверки обзорности зеркал.

Для достижения поставленных целей необходимо провести расчет на обзорность зеркала заднего вида при помощи программного обеспечения САВА.

Магистерская диссертация состоит из 74 страниц пояснительной записки и включает в себя: введение, пять глав, заключение, список используемой литературы, а также 2 таблицы, 53 рисунка и 30 источников.

# **1 Состояние вопроса по совершенствованию конструкции зеркал заднего вида легкового автомобиля**

## **1.1 Конструктивные особенности зеркал заднего вида**

Развитие мировой автомобильной промышленности не стоит на месте – потребителям предоставлен широкий выбор марок автомобилей, способных удовлетворить их потребности. Одним из главных факторов автомобиля является безопасность его эксплуатации. Зеркало заднего вида легкового автомобиля является одним из значимых изделий, обеспечивающих предоставление водителю визуальной информации об обстановке за автомобилем, тем самым обеспечивая безопасность движения.

Исходя из назначения зеркального устройства, можно определить, что зеркала заднего вида выполняют в автомобиле несколько функций. Одной из таких функций является функция обеспечения безопасности и удобства маневрирования. Так, это актуально в моменты непосредственного начала движения задним ходом. При открывании дверей автомобиля на проезжей части или при остановке, использование такого рода зеркал заднего вида является абсолютной необходимостью. Кроме того, зеркала заднего вида позволяют автомобилисту контролировать дорожную ситуацию во время непосредственного движения или перестроения транспортного средства: при движении вперед, объезда препятствий, обгона.

Наружные зеркала заднего вида (другое название – боковые зеркала заднего вида) расположены с правой и левой сторон автомобиля. Они расширяют поле зрения внутреннего зеркала заднего вида. Но «слепая» зона присутствует и в наружных зеркалах, что необходимо постоянно учитывать при перестроении автомобиля. Система помощи делает «слепую» зону боковых зеркал видимой.

Оптический элемент левого и правого боковых зеркал заднего вида различаются: правое зеркало имеет прямую поверхность; левое, как правило,

асферическую (имеет переменный радиус кривизны и увеличенную зону обзора). Пользуясь левым зеркалом заднего вида необходимо помнить, что реальные объекты находятся ближе, чем кажутся в зеркале. Асферическое зеркало можно отличить по штриховой вертикальной линии, которая разделяет прямую поверхность от закругленной.

Также одним из распространённых видов автомобильных зеркал заднего вида является сферическое боковое зеркало – внешнее зеркало заднего вида, оборудованное выпуклым сферическим оптическим элементом.

Сферическое зеркало благодаря выпуклой форме охватывает более широкую область пространства, чем обычные плоские зеркала, поэтому при одинаковой площади оно обеспечивает расширение зоны видимости сзади и по бокам транспортного средства.

Для защиты наружных зеркал заднего вида от снега, влаги и льда широко применяется система электрического обогрева. Для обогрева применяются различные виды нагревательных элементов: проволочные, пленочные, печатные проводники. Нагревательный элемент располагается непосредственно за оптическим элементом.

## **1.2 Конструктивные элементы зеркал заднего вида**

Большинство наружных зеркал заднего вида имеют 4 основных характерных элемента:

- корпус зеркала – может быть округлым, прямоугольным или овальной формы;
- зеркальный элемент, покрытый специальным слоем ударопрочного стекла;
- устройства, предназначенные для удобного выполнения регулировки нужного угла;
- механизмы крепления, обеспечивающие надежную фиксацию.

На рисунке 1 представлен общий вид зеркала заднего вида.

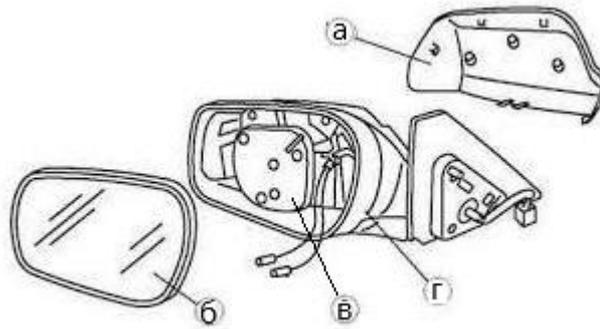


Рисунок 1 – Зеркало заднего вида

Положение наружных зеркал заднего вида регулируется с помощью специального механизма. Самый простой – шарнирный механизм регулирования – в наружных зеркалах заднего вида использовался в прошлом веке. Регулировка положения зеркала производится снаружи автомобиля, что крайне неудобно.

Более совершенными решениями являются рычажный (шаровой шарнир с толкателем) и тросовый механизмы. Регулирование положения зеркал осуществляется из салона автомобиля, но правое зеркало регулировать все равно очень неудобно. Данные механизмы регулирования используются в бюджетных автомобилях.

Электрический привод обеспечивает дистанционное регулирование положения наружных зеркал заднего вида, а значит удобство и комфорт управления. Привод на каждое зеркало включает два электродвигателя и механическую передачу. Один электродвигатель отвечает и за вертикальное перемещение зеркала, и за горизонтальное. Управление осуществляется из салона автомобиля с помощью переключателя. Дополнительный электродвигатель используется для складывания зеркала заднего вида.

Значительно расширяет возможности наружных зеркал заднего привода с электрическим приводом электронная система управления. Система оказывает помощь водителю при парковке и маневрировании. При

включении задней передачи боковые зеркала немного опускаются и поворачиваются в сторону автомобиля, сокращая до минимума «слепую» зону. При включении сигнала поворота одно из зеркал (со стороны поворота) поворачивается от автомобиля, уменьшая «слепую» зону при маневре. Автоматически производится и складывание наружных зеркал при постановке автомобиля на охрану.

Система контроля слепых зон (также ее называют: система мёртвых зон, система помощи при перестроении, помощь при перестроении, Blind Spot Detect, Control System, Blind Spot Detection, Warning System и т. Д.) помогает водителю осуществлять безопасное маневрирование, оповещая о присутствии другого транспортного средства в невидимых для него зонах.

### **1.3 Требования, предъявляемые к зеркалам заднего вида**

Зеркала заднего вида должны соответствовать требованиям настоящего стандарта ГОСТ Р 41.46-99 и технической документации, утверждённой в установленном порядке.

Все зеркала заднего вида должны быть регулируемы [3].

Контур отражающей поверхности должен быть окружен защитным корпусом (кожухом и т. Д.), который по своему периметру в любой точке и во всех направлениях должен иметь значение больше или равное 2,5 мм.

Если зеркало заднего вида установлено на ровную поверхность, все его части при любой регулировке устройства, а также все части, остающиеся прикрепленными к защитному корпусу после проведения испытания должны иметь радиус не менее 2,5 мм.

Устройство крепления на транспортном средстве должно быть сконструировано таким образом, чтобы цилиндр радиусом 50 мм, имеющий в качестве оси ось или одну из осей поворота или вращения, обеспечивающую отклонение зеркала заднего вида в направлении удара, по крайней мере частично проходил через поверхность, на которой оно крепится.

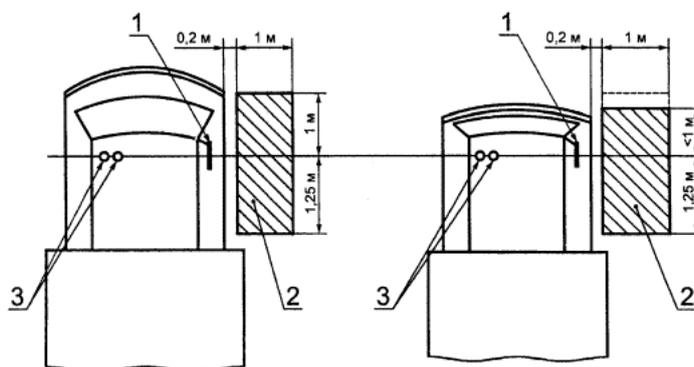
Соответствующие положения не распространяются на части внешних зеркал заднего вида, изготовленные из материала, твердость которого по Шору А не превышает 60 единиц [1].

Положения, касающиеся кронштейнов, не распространяются на части внутренних зеркал заднего вида, которые изготовлены из материала, твердость которого по Шору А составляет менее 50 единиц, и установлены на жестких кронштейнах [16].

Внешнее зеркало «бокового обзора» (класс III).

Поле обзора должно быть таким, чтобы водитель мог видеть сбоку от транспортного средства часть ровной горизонтальной дороги, ограниченную следующими вертикальными плоскостями (рисунок 2):

- плоскостью, параллельной вертикальной продольной средней плоскости транспортного средства и проходящей через точку, находящуюся на расстоянии 0,2 м от правой (для транспортных средств, движущихся по правой стороне) или от левой (для транспортных средств, движущихся по левой стороне) крайней точки габаритной ширины кабины транспортного средства;
- сзади плоскостью, параллельной вертикальной плоскости, проходящей через окулярные точки водителя и расположенной на расстоянии 1,25 м сзади от нее;
- спереди плоскостью, параллельной вертикальной плоскости, проходящей через окулярные точки водителя и расположенной на расстоянии 1 м спереди от нее. В случае, когда вертикальная поперечная плоскость, проходящая через передний край бампера транспортного средства, находится на расстоянии не менее 1 м спереди от вертикальной плоскости, проходящей через окулярные точки водителя, поле обзора ограничивается этой плоскостью.



1 – зеркало бокового обзора; 2 – поле обзора на уровне дороги;  
3 – окулярные точки.

Рисунок 2 – Поля обзора зеркала заднего вида

Если зеркала заднего вида состоят из нескольких отражающих поверхностей, имеющих разную степень изгиба или образующих между собой угол, то необходимо, чтобы по крайней мере одна отражающая поверхность обеспечивала такое поле обзора и имела такие размеры, которые предписываются для того класса, к которому относятся данные зеркала.

В качестве вывода по разделу можно отметить, что:

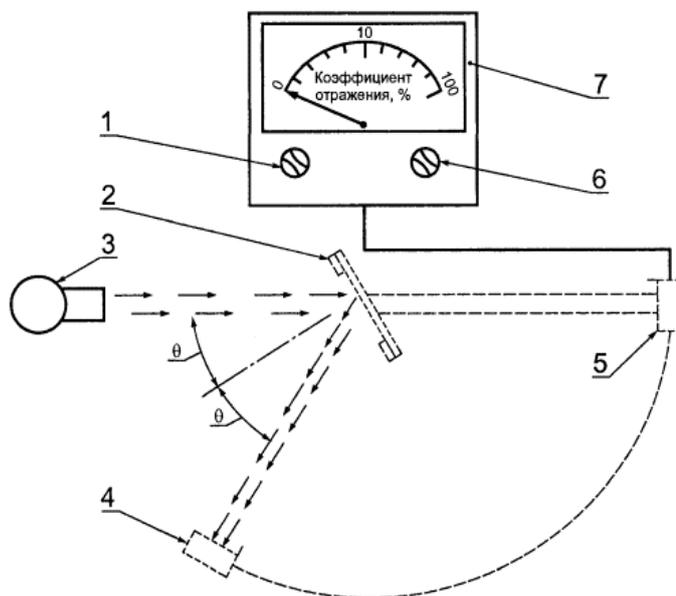
- тип зеркального элемента разделяют на плоские, сферические и асферические. Последние два варианта на данный момент являются наиболее распространенными, но даже они не в полной мере способны обеспечить безопасность маневрирования автомобиля. Для решения данной проблемы повсеместно применяется система обнаружения слепых зон;
- согласно техническим требованиям объектом исследования выбирается зеркало заднего вида класса (III), приводятся требования к конструкции и полю обзора зеркал данного класса.

## 2 Испытания зеркал заднего вида

### 2.1 Испытания зеркал заднего вида для определения отражающей способности

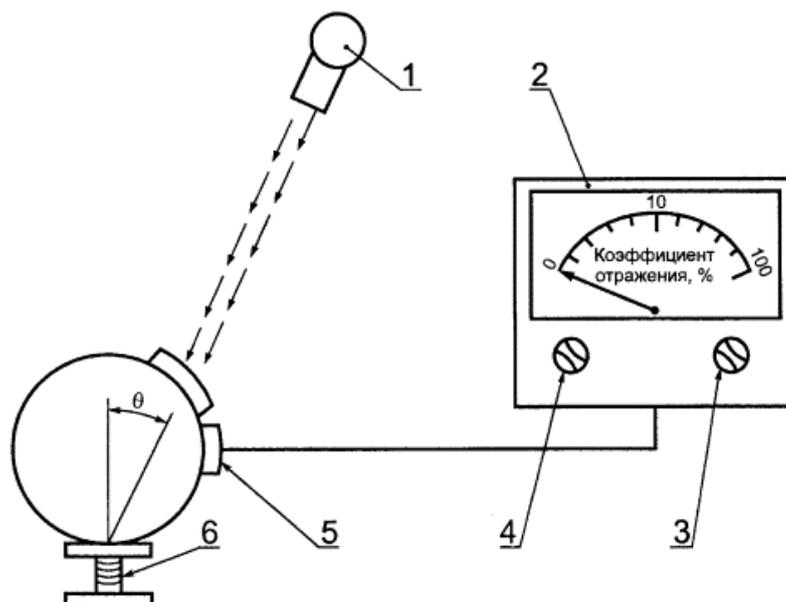
Требования к оборудованию для испытания зеркал:

- оборудование должно включать источник света, подставку для образца, приемник с фотоэлементом и индикатор (рисунок 3), а также средства, необходимые для устранения влияния постороннего света [6];
- для того, чтобы облегчить изменение коэффициента отражения неплоских (выпуклых) зеркал заднего вида, приемное устройство должно включать шар Ульбрихта [2], представленный на рисунке 4.



1 – установка на ноль; 2 – штатив для закрепления образца; 3 – источник света и коллиматор; 4 – приемное устройство с фотоэлементом в положении для измерения и «косвенного» градуирования; 5 – штанга приемного устройства в положении для прямого градуирования; 6 – регулировка градуирования; 7 – регулируемый индикатор.

Рисунок 3 – Общая схема прибора для измерения отражающей способности



1 – источник света и коллиматор; 2 – регулируемый индикатор; 3 – регулировка градуирования; 4 – установка на ноль; 5 – фотоэлемент; 6 – штатив для закрепления образца

Рисунок 4 – Общая схема оборудования для измерения отражающей способности с использованием в приемном устройстве шара Ульбрихта

Спектральные характеристики источников света и приемного устройства:

- источник света должен представлять собой стандартный источник МКС А, соединенный с оптической системой, позволяющей получить пучок практически параллельных световых лучей [11]. Для того чтобы поддерживать постоянное напряжение лампы в течение всего времени функционирования оборудования, рекомендуется предусмотреть стабилизатор напряжения;
- приемное устройство должно состоять из фотоэлемента, спектральная характеристика которого пропорциональна функции дневной освещенности для стандартного колориметрического наблюдателя МКС (1931 г.). Значения спектральных координат света стандартного колориметрического наблюдателя МКС (1931 г.) указаны в

таблице 1. Допускается также любое другое сочетание излучатель – фильтр – приемное устройство, обеспечивающее общий эквивалент стандартного излучателя МКС и дневного зрения. Если приемное устройство включает шар Ульбрихта, то внутренняя поверхность шара должна быть покрыта слоем матовой белой (рассеивающей) и неизбирательной краски.

Таблица 1 – Значения спектральных координат света стандартного колориметрического наблюдателя МКС

$\lambda$	$\tilde{\chi}$	$\tilde{y}$	$\tilde{z}$
380	0,0014	0	0,0065
390	0,042	0,0001	0,0201
400	0,0143	0,0004	0,0679
410	0,0435	0,0012	0,2074
420	0,1344	0,0042	0,6456
430	0,2839	0,0116	1,3856
440	0,3483	0,023	1,7471
450	0,3362	0,038	1,7721
460	0,2928	0,06	1,6692
470	0,1954	0,091	1,2876
480	0,0956	0,139	0,813
490	0,032	0,208	0,4652
500	0,0049	0,323	0,272
510	0,0093	0,503	0,1582
520	0,0633	0,71	0,0782
530	0,1655	0,862	0,0422

Геометрические условия:

- пучок падающих лучей должен образовывать с перпендикуляром к испытательной поверхности угол  $\theta$ , равный преимущественно  $0,44 \text{ рад} \pm 0,9 \text{ рад}$  или  $25^\circ \pm 5^\circ$ , однако этот угол не должен превышать верхнего предела допуска, то есть  $0,53 \text{ рад}$  или  $30^\circ$ . Ось приемного устройства должна образовывать угол  $\theta$ , равный углу, образуемому пучком падающих лучей с этим перпендикуляром (рисунок 3). Диаметр падающего пучка лучей на испытательной поверхности должен составлять не менее 19 мм;

- отраженный пучок не должен быть более широким, чем чувствительная поверхность фотоэлемента, не должен покрывать менее 50 % этой поверхности и по возможности должен покрывать ту же часть поверхности, что и пучок, используемый для градуирования данного прибора;
- если приемное устройство включает шар Ульбрихта, его минимальный диаметр должен составлять 127 мм. Размеры отверстий в стенке шара для образца и падающего пучка должны быть достаточными для того, чтобы полностью пропустить падающие и отраженные световые пучки. Фотоэлемент должен быть установлен таким образом, чтобы не принимать непосредственно свет падающего или отраженного пучка.

Электрические характеристики комплекса фотоэлемент-индикатор.

Мощность фотоэлемента, получаемая на индикаторе, должна представлять собой линейную функцию силы света светочувствительной поверхности.

Для упрощения установки на ноль и регулировки градуирования должны быть предусмотрены соответствующие средства:

- электрические;
- оптические;
- электрические и оптические одновременно.

Эти средства не должны оказывать влияния на линейность или спектральные характеристики приборов. Точность комплекса приемное устройство – индикатор должна находиться в пределах:

- либо  $\pm 2$  % полной шкалы;
- либо 10 % измеряемой величины в зависимости от того, какая величина является меньшей.

Штатив для образца.

Механизм должен позволять устанавливать образец таким образом, чтобы ось кронштейна источника и ось кронштейна приемного устройства

пересекались на уровне отражающей поверхности. Эта отражающая поверхность может находиться в пределах любой из плоскостей образца зеркала или на одной из этих плоскостей в зависимости от того, идет ли речь о зеркале первой поверхности, второй поверхности или о призматическом зеркале типа «флип».

## **2.2 Процедура проведения испытания зеркал для определения отражающей способности**

Метод прямого градуирования.

При прямом градуировании исходным используемым эталоном является воздух. Этот метод применяют для приборов, изготовленных таким образом, чтобы можно было производить градуирование всей шкалы, ориентируя приемное устройство непосредственно на ось источника света (рисунок 1). Метод позволяет в некоторых случаях (например, для измерения поверхности со слабой отражающей способностью) устанавливать точку промежуточного градуирования между 0 % или 100 % шкалы. В этом случае в оптическую траекторию необходимо поместить фильтр нейтральной плотности с известным коэффициентом пропускания и регулировать систему градуирования до тех пор, пока индикатор не покажет процент передачи соответствующей фильтру нейтральной плотности. Перед началом проведения замеров отражающей способности этот фильтр необходимо снять.

Метод косвенного градуирования.

Метод применяют к приборам, у которых источник света и принимающее устройство имеют установленную геометрическую форму. Для использования метода необходим соответствующим образом градуированный и технически исправный эталон отражения. Эталон должен по возможности представлять собой плоское зеркало, коэффициент

отражения которого как можно более близок к коэффициенту отражения испытуемых образцов [6].

Измерения на неплоском (выпуклом) зеркале заднего вида.

Измерения коэффициента отражения неплоских (выпуклых) зеркал заднего вида требуют использования прибора, в приемном устройстве которого имеется шар Ульбрихта (рисунок 4). Если прибор считывания с шара с эталонным зеркалом, имеющим коэффициент отражения  $E$  [6], %, дает  $n_e$  делений, то с неизвестным зеркалом число делений  $n_x$  будет соответствовать коэффициенту отражения  $X$  %, получаемому по формуле:

$$X = E \frac{n_x}{n_e}, \quad (1)$$

где  $E$  – коэффициент отражения эталонного зеркала, %;

$n_x$  – число делений измерительного прибора для неизвестного зеркала;

$n_e$  – число делений измерительного прибора для эталонного зеркала.

### **2.3 Процедура определения радиуса кривизны отражающей поверхности зеркала**

Точки измерения.

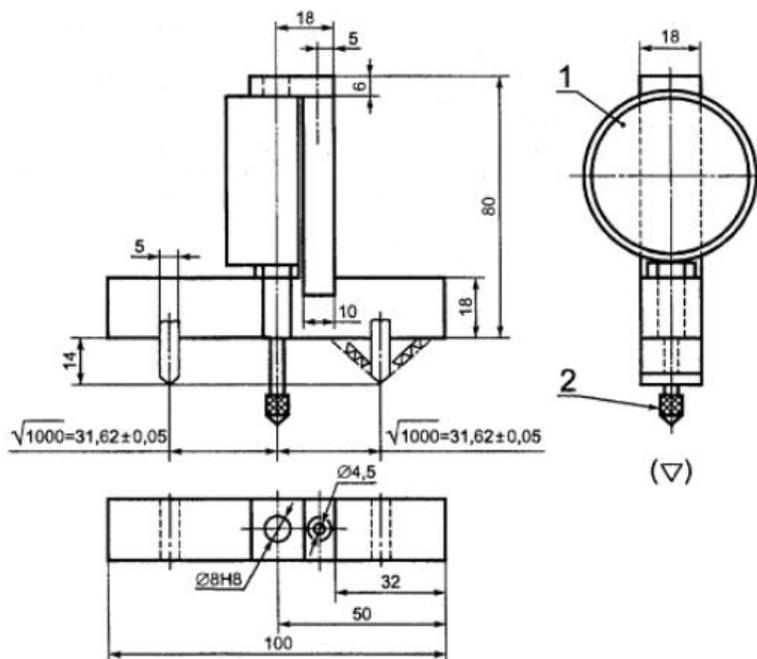
Измерение основных радиусов кривизны производят в трех точках, расположенных как можно ближе к  $1/3$ ,  $1/2$  и  $2/3$  дуги отражающей поверхности, проходящей через центр зеркала и параллельной сегменту  $b$ , или перпендикулярной ей дуги, проходящей через центр зеркала, если последняя дуга длиннее.

Однако если размеры зеркала не позволяют сделать замеры в направлениях, технические службы, на которые возложено проведение испытаний, могут провести замеры в этой точке в двух перпендикулярных

направлениях, расположенных как можно ближе к направлениям, определенным выше.

Оборудование.

Используют прибор, называемый «сферометром», показанный на рисунке 5.



1 – компаратор; 2 – подвижная точка.

Рисунок 5 – Сферометр

Радиус кривизны  $r$  рассчитывают по формуле:

$$r = \frac{r_{p1} + r_{p2} + r_{p3}}{3}, \quad (2)$$

где  $r_{p1}$  – радиус кривизны первой точки измерения, мм;

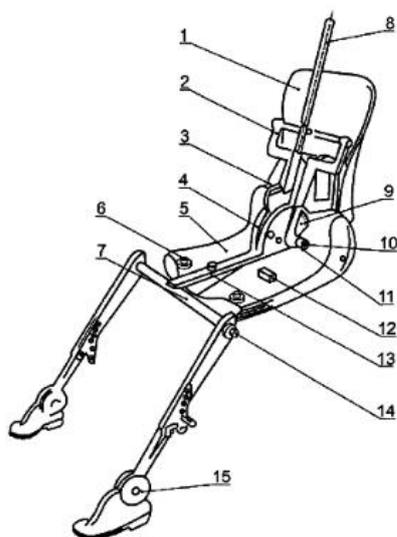
$r_{p2}$  – радиус кривизны второй точки измерения, мм;

$r_{p3}$  – радиус кривизны третьей точки измерения, мм.

## 2.4 Испытания для определения центра вращения и фактического угла наклона туловища сидящего в автомобиле водителя или пассажира.

Описание объемного механизма для определения точки Н – центра вращения представлено ниже.

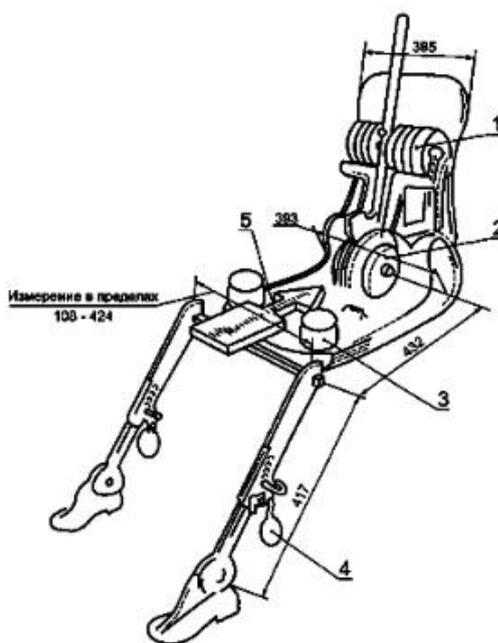
Спинка и основание, представленные на рисунке 6, изготовлены из арматурного пластика и металла [15]. Они моделируют туловище и бедра человека и крепятся друг к другу механически в точке Н. На штырь, укрепленный в точке Н, устанавливают круговой сектор для измерения фактического угла наклона спинки. Регулируемый шарнир бедра, соединяемый с основанием туловища, определяет центральную линию бедра и служит исходной линией для кругового сектора наклона бедра [7].



- 1 – спинка; 2 – кронштейн спинных грузов; 3 – угол наклона спинки;  
4 – круговой сектор наклона бедра; 5 – основание; 6 – кронштейн набедренных грузов; 7 – Т-образный коленный шарнир; 8 – штырь;  
9 – круговой сектор наклона спинки; 10 – визирные точки Н; 11 – ось вращения точки Н; 12 – поперечный уровень; 13 – кронштейн бедра;  
14 – круговой сектор сгиба колена; 15 – круговой сектор сгиба ступни.

Рисунок 6 –Элементы объемного механизма определения точки Н

Элементы, моделирующие ступни и голени, соединяют с основанием туловища с помощью коленного шарнира, который является продольным продолжением регулируемого кронштейна бедра. Для измерения угла сгиба колена элементы голени и лодыжки оборудованы круговыми секторами. Элементы, моделирующие ступни, имеют градуировку для определения угла наклона ступни. Ориентацию устройства обеспечивают за счет использования двух уровней. Грузы, которые представлены на рисунке 7, размещаемые на туловище, устанавливаются в соответствующих центрах тяжести и обеспечивают давление на подушку сиденья, равное оказываемому пассажиром-мужчиной весом 76 кг [8]. Все сочленения механизма определения точки Н должны быть проверены, для того чтобы обеспечить их свободное движение и исключить какое-либо заметное трение.



1 – спинные грузы; 2 – сидалищные грузы; 3 – набедренные грузы; 4 – ножные грузы; 5 – направление и точка приложения нагрузки.

Рисунок 7 – Размеры элементов и объемного механизма определения точки Н и распределения грузов

Порядок установки объемного механизма:

- испытываемое транспортное средство должно быть выдержано при температуре  $20\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 10\text{ }^{\circ}\text{C}$  по выбору предприятия-изготовителя, для того чтобы температура материала, из которого изготовлены сиденья, достигла комнатной. Если испытываемое сиденье никогда не использовалось, на него необходимо поместить дважды в течение одной минуты человека или устройство весом от 70 до 80 кг, для того чтобы размять подушку сиденья и спинку. По просьбе предприятия-изготовителя все комплекты сидений выдерживают в ненагруженном состоянии в течение, по крайней мере, 30 мин до установки на них объемного механизма определения точки Н;
- транспортное средство должно занять положение для измерения;
- если сиденье является регулируемым, его сначала устанавливают в крайнее заднее нормальное при управлении или использовании положение, предусмотренное предприятием-изготовителем транспортного средства, за счет одной лишь продольной регулировки сиденья, и без перемещения сиденья, предусмотренного для целей, иных, чем нормальное управление или использование. В случае наличия других способов регулировки сиденья (вертикальной, угла наклона спинки и так далее), оно затем должно приводиться в положение, определенное предприятием-изготовителем транспортного средства. Для откидных сидений жесткая фиксация сиденья в вертикальном положении должна соответствовать нормальному положению при управлении транспортным средством, указанному предприятием-изготовителем;
- поверхность места для сиденья, с которой соприкасается объемный механизм определения точки Н, покрывают хлопчатобумажной тканью достаточного размера и соответствующей текстуры, определяемой как гладкая хлопчатобумажная ткань, имеющая 18,9 ниток на 1 см и весящая

0,228 кг/м, или как вязаная или нетканая материя, имеющая аналогичные характеристики [13];

- если испытание проводят на сиденье вне транспортного средства, то пол, на который устанавливают сиденье, должен иметь те же основные характеристики, что и пол транспортного средства, в котором будет установлено такое сиденье;
- помещают основание и спинку объемного механизма определения точки Н таким образом, чтобы центральная плоскость водителя или пассажира (С/Л) совпадала с центральной плоскостью механизма. По просьбе предприятия-изготовителя механизм может быть передвинут внутрь относительно С/Л, если он находится снаружи, и кромка сиденья не позволяет произвести его выравнивание;
- прикрепляют ступни и голени к основанию корпуса либо отдельно, либо посредством шарнирного Т-образного соединения. Линия, проходящая через визирные метки определения точки Н, должна быть параллельной грунту и перпендикулярной продольной центральной плоскости сиденья;
- ступни и ноги перемещают вперед таким образом, чтобы ступни заняли естественное положение в случае необходимости между рабочими педалями. Левую ступню по возможности устанавливают таким образом, чтобы она находилась приблизительно на таком же расстоянии с левой стороны от центральной плоскости механизма определения точки Н, на каком находится правая ступня с правой стороны. С помощью уровня проверки поперечной ориентации устройства его приводят в горизонтальное положение за счет регулировки в случае необходимости основания корпуса либо за счет перемещения ступней и ног назад. Линия, проходящая через визирные метки точки Н, должна быть перпендикулярной продольной центральной плоскости сиденья;
- если левая нога не может удерживаться параллельно правой ноге, а левая ступня не может быть установлена на элементах конструкции

транспортного средства, необходимо переместить левую ступню таким образом, чтобы установить ее на опору. Горизонтальность определяют визирными метками.

Размещение грузов на голенях и бедрах и установка объемного механизма определения точки Н в горизонтальное положение:

- наклоняют заднюю часть основания туловища вперед до остановки и отводят объемный механизм определения точки Н от спинки сиденья с помощью коленного шарнира. Вновь устанавливают механизм на прежнее место на сиденье посредством одного из нижеследующих способов;
- если объемный механизм определения точки Н скользит назад, применяют следующую процедуру: дают механизму возможность скользить назад до тех пор, пока не отпадет необходимость в использовании передней ограничительной горизонтальной нагрузки на коленный Т-образный шарнир, то есть до тех пор, пока задняя часть механизма не соприкоснется со спинкой сиденья. В случае необходимости следует изменить положение голени и ступни;
- если объемный механизм определения точки Н не скользит назад, используют следующую процедуру: отодвинуть механизм назад за счет использования горизонтальной задней нагрузки, прилагаемой к коленному Т-образному шарниру, до тех пор, пока задняя часть механизма не войдет в соприкосновение со спинкой сиденья;
- прикладывают нагрузку  $100 \pm 10$  Н к задней части и основанию механизма определения точки Н на пересечении углового квадранта бедра и кожуха коленного Т-образного шарнира. Это усилие должно быть все время направлено вдоль линии, проходящей через вышеуказанное пересечение до точки, находящейся чуть выше кожуха кронштейна бедра. После этого осторожно возвращают назад спинку механизма до соприкосновения со спинкой сиденья.

- Оставшуюся процедуру необходимо проводить с осторожностью, для того чтобы не допустить соскальзывания механизма вперед;
- размещают грузы на правой и левой частях основания туловища и затем попеременно восемь грузов на спине. Горизонтальное положение объемного механизма определения точки Н проверяют с помощью уровня;
  - наклоняют спинку объемного механизма определения точки Н вперед, чтобы устранить давление на спинку сиденья. Производят три полных цикла бокового качания механизма на дуге  $10^\circ$  ( $5^\circ$  в каждую сторону от вертикальной центральной плоскости), для того чтобы выявить и устранить возможные точки трения между механизмом и сиденьем;
  - в ходе раскачивания коленный Т-образный шарнир механизма может отклоняться от установленного горизонтального и вертикального направления. Поэтому во время раскачивания механизма Т-образный шарнир должен удерживаться соответствующей поперечной силой. При удерживании шарнира и раскачивании механизма необходимо проявлять осторожность, чтобы не допустить появления непредусмотренных внешних вертикальных или продольных нагрузок. При этом не следует удерживать ступни механизма или ограничивать их перемещение. Если ступни изменят свое положение, они должны оставаться некоторое время в новом положении;
  - осторожно возвращают назад спинку механизма до соприкосновения со спинкой сиденья и выводят оба уровня в нулевое положение. В случае перемещения ступней во время раскачивания механизма их следует вновь установить следующим образом;
  - попеременно приподнимают каждую ступню с пола на минимальную величину, необходимую для того, чтобы предотвратить ее дополнительное перемещение. При этом необходимо удерживать ступни таким образом, чтобы они могли вращаться; применение

каких-либо продольных или поперечных сил исключается. Когда каждая ступня опять устанавливается в свое нижнее положение, пятка должна войти в соприкосновение с соответствующим элементом конструкции;

- выводят поперечный уровень в нулевое положение; в случае необходимости прикладывают поперечную нагрузку к верхней части спинки механизма; величина нагрузки должна быть достаточной для установки в горизонтальное положение спинки объемного механизма на сиденье;
- придерживают коленный Т-образный шарнир для того, чтобы не допустить соскальзывания механизма определения точки Н вперед на подушку сиденья;
- возвращают назад спинку механизма до соприкосновения со спинкой сиденья;
- попеременно применяют и убирают горизонтальную нагрузку, действующую в заднем направлении, не превышающую 25 Н, к штанге угла наклона спинки на высоте приблизительно центра крепления грузов к спине, пока круговой сектор бедра не покажет, что после устранения действия нагрузки достигнуто устойчивое положение. Необходимо обеспечить, чтобы на механизм не действовали какие-либо внешние силы, направленные вниз или вбок. В случае необходимости повторной ориентации механизма в горизонтальном направлении наклоняют спинку механизма вперед, вновь поворачивают его в горизонтальное положение и повторяют процедуру;
- производят все измерения координаты точки Н относительно трехмерной системы координат.

Соотношение полученных данных и конструктивных спецификаций:

- координаты точки Н и величина фактического угла наклона туловища, установленные согласно порядку, указанному в пункте 3,

- сравнивают соответственно с координатами точки R и величиной конструктивного угла наклона туловища, указанными предприятием-изготовителем;
- относительное положение точек R, H и соотношение между конструктивным углом наклона туловища и фактическим углом наклона туловища считают удовлетворительными для рассматриваемого места для сидения, если точка H, определенная ее координатами, находится в пределах квадрата, горизонтальные и вертикальные стороны которого, равные 50 мм, имеют диагонали, пересекающиеся в точке R, и если фактический угол наклона туловища не отличается от конструктивного угла наклона туловища более чем на  $5^\circ$ ;
  - в случае удовлетворения этих условий точку R и конструктивный угол наклона туловища используют для проверки соответствия положениям настоящих Правил.

## **2.5 Требования к испытаниям датчиков слепых зон**

Целью испытаний является проведение оптических измерений в углах обзора светодиодов датчика слепых зон. Принцип заключается в измерении яркости (результат в  $\text{кд/м}^2$ ), цвета (результат по координатам  $x$ ,  $y$  и по длине волны, связанной с чистотой оттенка) и однородности [6].

Для выполнения оптических измерений, необходима следующая внешняя среда и оборудование:

- темная комната, освещенность которой не превышает 1 люкс. Перед началом испытаний необходимо измерить окружающую среду с помощью люксметра;
- измерительное устройство для получения измерений;
- яркость измерительного устройства измеряется в  $\text{кд/м}^2$  с точностью до  $0,01 \text{ кд/м}^2$ , как минимум [14];

- цвет в цветовых координатах по x/y с точностью 0,01 и в длине волны с точностью в 1 нанометр с индексом чистоты оттенка.

Это устройство должно иметь датчик разрешения, достаточным, чтобы быть как минимум эквивалентным разрешению глаза от 700 до 1800 мм.

Подвижная подставка для ориентации измеряемой детали на 180° во всех направлениях (полусфера, ориентированная на измерительное устройство).

Продольная подвижная подставка для регулировки расстояния в соответствии с используемым фокусным расстоянием и достижения минимального разрешения 9 пикселей/мм<sup>2</sup>.

Процедура испытания:

- установить зеркало заднего вида относительно измерительного прибора, установив относительное расстояние в соответствии с разрешением измерительного прибора (не фактическим расстоянием до транспортного средства);
- ориентация зеркала заднего вида в соответствии с углами обзора, предоставленными компанией-изготовителем в качестве входных данных (углы обзора, взятые для глаза 50 % после настройки зеркал), с помощью регулируемого кронштейна (шаровой шарнир) и лазерных указателей;
- выполнять измерение дневного и ночного уровней с учетом системных настроек (входные данные: напряжение, ток);
- результат измерения яркости/цвета/однородности должен учитывать всю отражательную поверхность с подсветкой минус 1 пиксель границы, чтобы избежать измерения яркости/цвета пикселей, которые имеют градиент яркости и/или хроматическое искажение.

Для дневных условий необходимо:

- установить световое пятно, обеспечивающее освещенность 45000 люкс, над зеркалом заднего вида на 30°, направленное в сторону стекла [6].

- измерить яркость светодиода и окружности, чтобы узнать коэффициент контрастности  $C_r$ ;
- $C_r$  должно оставаться больше 0,5 для обеспечения читаемости. Для предотвращения насыщения датчика перед объективом измерительного устройства может потребоваться защитный фильтр [9].

Коэффициент контрастности  $C_r$ , высчитывается по формуле:

$$C_r = \frac{L_{\text{окружности}}}{L_{\text{светодиода}}}, \quad (3)$$

где  $L_{\text{окружности}}$  – относительная яркость окружности, кд/м<sup>2</sup>;

$L_{\text{зеркала}}$  – относительная яркость светодиода, кд/м<sup>2</sup>.

Яркость датчика слепых зон, для транспортных средств следующих сзади должна составлять при дневном режиме меньше 1500 кд/м<sup>2</sup> [4], а при ночном режиме меньше 150 кд/м<sup>2</sup>.

Яркость датчика слепых зон:

- при выключенном датчике – 0 кд/м<sup>2</sup>;
- дневной режим – от 3000 до 4500 кд/м<sup>2</sup>;
- ночной режим – от 300 до 450 кд/м<sup>2</sup>.

Электрические параметры датчика слепых зон:

- номинальное напряжение в пределах диапазона от 12 до 14 V;
- ток в пределах диапазона от 30 до 200 мА;
- частота должна быть выше или равна 200 Гц.

Время отклика датчика слепых зон – при дневном режиме светодиод датчика слепых зон должен подсвечиваться, минимум на 90 % от его максимальной яркости, менее чем за 10 миллисекунд после получение им сигнала.

Подводя итоги второй главы, можно сделать следующие выводы:

- описан ход выполнения испытаний для определения отражающей способности зеркал заднего вида и также описано оборудование необходимое для его выполнения;
- приведена процедура испытаний для определения радиуса кривизны отражающей поверхности зеркала, прибором под названием сферометр. Показан вид прибора и формула для определения радиуса кривизны;
- подробно описано выполнение испытания для определения центра вращения и фактического угла наклона туловища сидящего в автомобиле водителя или пассажира, а также оборудования необходимого для его выполнения;
- отражены требования к испытаниям датчиков слепых зон, описано оборудование для выполнения испытаний и также приведены технические характеристики датчика слепых зон.

### **3 Анализ и поиск решения по оптимизации конструкции зеркал заднего вида легкового автомобиля**

#### **3.1 Анализ действующих конструкций боковых зеркал заднего вида**

В данном разделе приводится оценка световой индикации системы контроля слепых зон наружных зеркал в различных условиях наружной освещенности. Стоит заранее отметить, что датчики слепых зон имеют два режима работы: дневной и ночной. Ниже приводится анализ работы индикатора для каждого из режимов. Для анализа свечения использовалось устройство с ручной регулировкой яркости с цифровой индикацией значений от 0 до 100 единиц [18].

Для дневного режима рекомендуется применить наибольшую возможную яркость индикатора в 100 единиц для обеспечения максимальной заметности в условиях ярких солнечных бликов. Стоит отметить, что даже при максимальной яркости индикатора, свет солнечных бликов может перекрывать свечение индикатора, что хорошо видно на рисунках 8 и 9.



Рисунок 8 – Перекрывание солнечными бликами свечение индикатора слепых зон



Рисунок 9 – Вид бликов из салона автомобиля

Для условий низкой освещенности рекомендуется применить яркость индикатора 3 единицы, что обеспечит достаточную видимость индикатора, и при этом не будет возникать отвлекающего и раздражающего эффекта от его чрезмерной яркости. Необходимо отметить, что свечение индикатора может перекрываться светом фар автомобилей, следующих позади, как показано на рисунках 10 и 11.



Рисунок 10 – Перекрытие индикатора слепых зон светом фар



Рисунок 11 – Вид на индикатор из салона

Индикатор оранжевого цвета в зеркале в ряде случаев может ошибочно восприниматься другими участниками движения как указатель поворота. В связи с чем более предпочтительно применить красный цвет свечения индикаторов, как показано на рисунке 12 [10].



Рисунок 12 – Пример применения индикатора красного цвета в автомобилях Mercedes BENZ

На разрабатываемый новый проект автомобиля планировалось установка сферического зеркала, представленного на рисунке 13, с датчиком слепых зон занимающий достаточно большую площадь зеркального элемента и имеющий оранжевый цвет индикации светодиода.

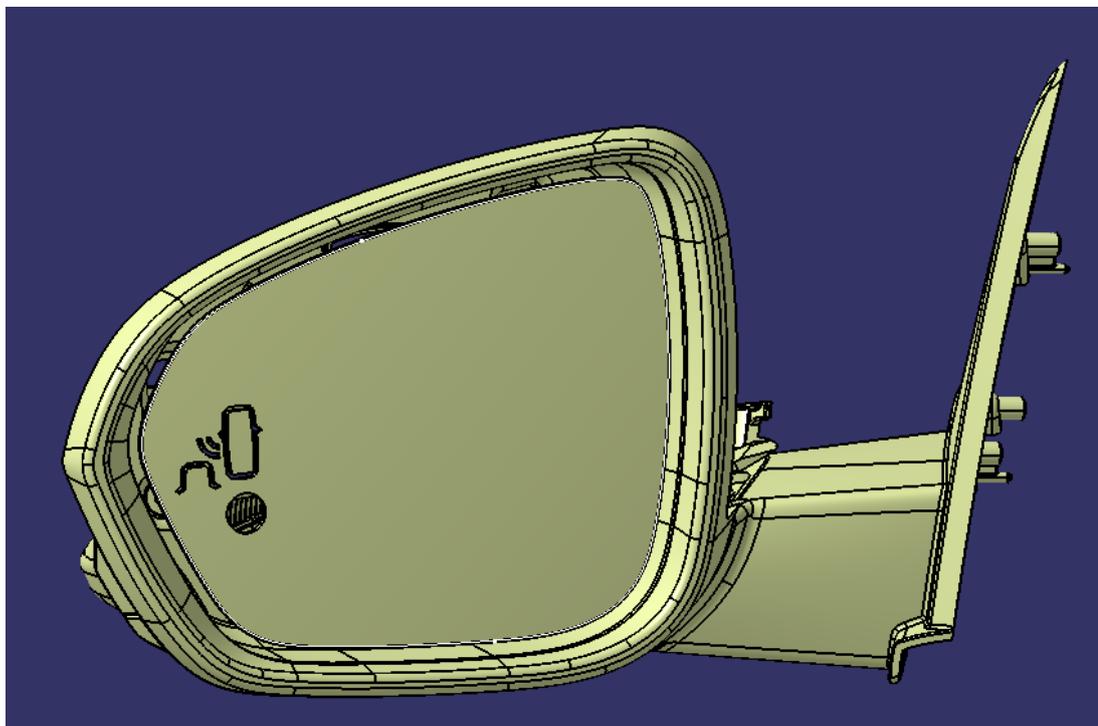


Рисунок 13 – Базовая конструкция датчика слепых зон.

Индикатор, вынесенный из отражающей поверхности зеркала на внутреннюю стенку зеркала, представленном на рисунке 14, или основание стойки А, представленном на рисунке 15, заметен в любых ситуациях, независимо от источников света, попадающих в зеркало. Кроме того, исчезает риск ошибочного восприятия индикатора в качестве указателя поворота другими участниками движения, что впоследствии снижает риск возникновения аварийных ситуаций во время выполнения водителем автомобиля маневров при движении. Данный фактор следует учитывать при проектировании зеркал заднего вида с датчиком слепых зон.



Рисунок 14 – Пример применения индикатора вынесенного на внутреннюю стенку зеркала в автомобилях AUDI



Рисунок 15 – Пример применения индикатора, вынесенного на основание стойки А в автомобилях NISSAN

Проведя анализ на основе данных о требованиях к зеркалам заднего вида, их номенклатуре, можно сделать следующий вывод: для обеспечения максимальной обзорности необходимо задействовать всю полезную площадь зеркального элемента. Датчик слепых зон на зеркале заднего вида базовой конструкции занимает достаточно большую площадь на зеркальном элементе, что как показывает анализ уже действующих конструкций, не в полной мере соответствует заявленным требованиям по обеспечению

безопасного маневрирования автомобиля, так как сохраняется вероятность перекрытия солнечными бликами и светом фар позади идущих автомобилей индикатора датчика. Также стоит отметить, что датчик слепых зон на зеркале базовой конструкции уменьшает поле обзора для водителя, доказательством чего служит проведенный расчет на обзорность в разделе 4. Цвет свечения индикатора слепых зон в базовой конструкции зеркала заднего вида оранжевый, что может привести к аварийным ситуациям. Считая данные факторы недопустимыми, была поставлена цель по оптимизации конструкции датчика слепых зон, для увеличения обзорности зеркала заднего вида на разрабатываемом проекте автомобиля.

### **3.2 Принцип работы системы обнаружения слепых зон**

BSW (Blind Spot Warning) – система помощи водителю, функцией которой является обнаружение и контроль транспортных средств вокруг: например, приближающихся сбоку или сзади расположенных в слепой зоне. При приближении к транспортному средству система BSM предупреждает водителя об их присутствии с помощью звуковых или визуальных сигналов [7]. Такие системы эффективны в ситуациях, когда водитель пытается сменить полосу движения или свернуть на полосу, занятую другими транспортными средствами, которые не видны, следовательно, что они находятся в слепой зоне. С помощью установленных сенсоров, контролируемых системой автомобиль способен различать несколько транспортных средств одновременно. Система BSW контролирует присутствие транспортного средства в радиусе действия сенсоров, так и их максимальное сближение с транспортным средством, на котором смонтирована данная система [10].

В настоящее время различают несколько типов сенсоров систем BSW:

- радары, представленные на рисунке 16;
- видеокамеры, представленные на рисунке 17;

– комбинированные системы.



Рисунок 16 – Расположение сенсоров в виде радаров на автомобиле



Рисунок 17 – Зеркало заднего вида с сенсором слепой зоны в виде камеры

Наиболее распространенным типом системы контроля слепых зон является та, которую производители автомобилей предлагают в стандартной комплектации или в качестве опции на определенных уровнях комплектации.

Несмотря на то, что некоторые из производителей предлагают эти системы бесплатно, большинство продолжают резервировать их для более дорогих транспортных средств. В результате они, как правило, настраиваются на заказ для конкретной модели [30]. В таблице 2 представлены некоторые названия предлагаемых автопроизводителями систем мониторинга слепых зон, а также используемые в них сенсоры.

Таблица 2 – Системы мониторинга слепых зон различных марок автомобилей

Марка автомобиля	Название систем контроля слепых зон	Тип сенсора системы контроля слепых зон
Mercedes Benz	Blind Spot Assist	Радары
Mercedes Benz	Active Blind spot Assist	Радары
Buick	Side Blind zone alert	Радары
Volvo	Blind Spot Information system	Две камеры
Ford	Blind spot Information system	Радары
Volkswagen	Blind Spot monitor	Радары

Например, система Active Blind Spot Assist от Mercedes Benz может предупреждать водителя при смене полосы движения, применяя выборочное торможение к отдельным колесам, и предотвращать возможное столкновение. На рисунке 18 представлена работа радарных датчиков Active Blind Spot Assist от Mercedes Benz. Радарные датчики системы Active Blind Spot Assist контролирует положение дороги по бокам и позади автомобиля. Если автомобиль обнаружен в слепой зоне, то в соответствующем наружном зеркале появляется красный треугольник. Если водитель не замечает предупреждения и подает сигнал о смене полосы движения, то индикатор начинает мигать и раздается звуковое предупреждение [23], [26]. При попытке водителем сменить полосу движения, несмотря на предупреждения,

система может снова предупредить водителя с помощью конкретных корректирующих мер торможения. Если водитель по-прежнему не реагирует, система может помочь вывести автомобиль из опасной зоны.

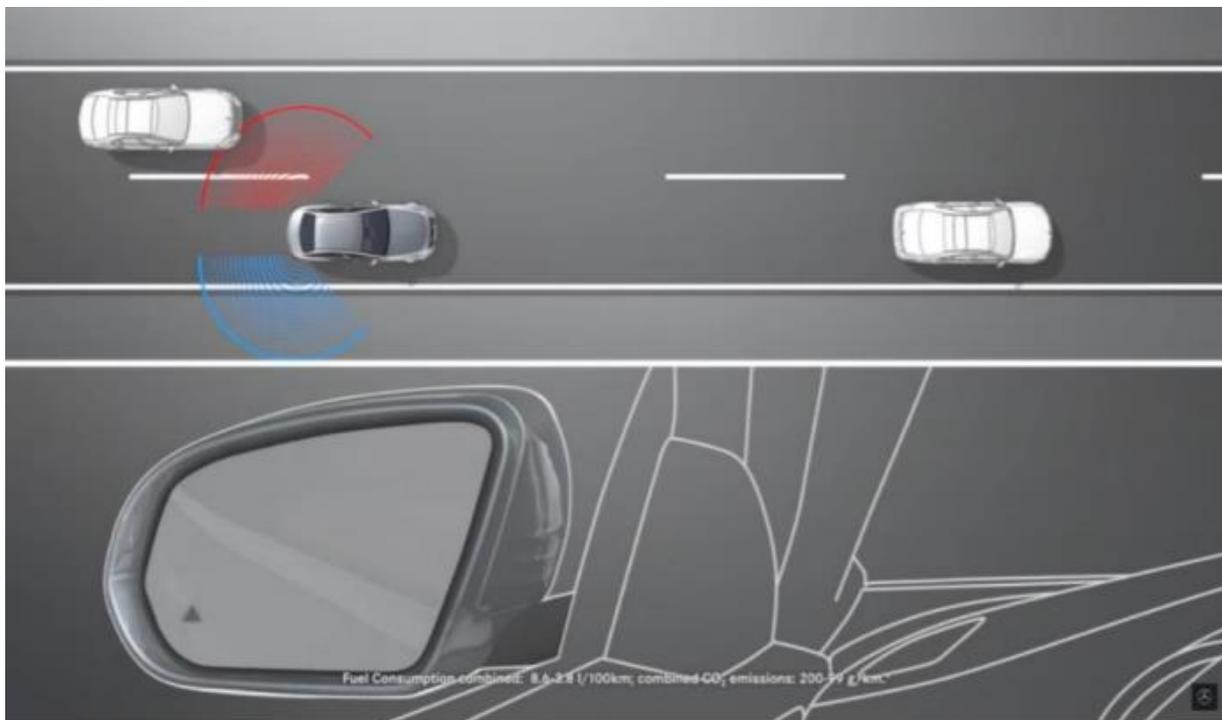


Рисунок 18 – Датчики слепых зон Active Blind Spot Assist от Mercedes Benz

Active Blind Spot Assist работает на скорости более 30 км/ч [16]. Операции торможения могут выполняться в диапазоне скоростей от 30 до 200 км/ч. Система BLIS от FORD, например, обнаруживает автомобили в слепых зонах, но не пешеходов, велосипедистов или другие объекты. На рисунке 19 представлена работа сенсоров система BLIS от FORD [23].

Volvo использует две камеры для работы системы Blind Spot Information system, представленной на рисунке 20, охватывающие площадь 3 м сбоку от зеркала заднего вида и 9,5 м сзади. Они устанавливаются в нижней части корпуса зеркала заднего вида [28], [29].



Рисунок 19 – Радиус действия датчиков система BLIS от FORD

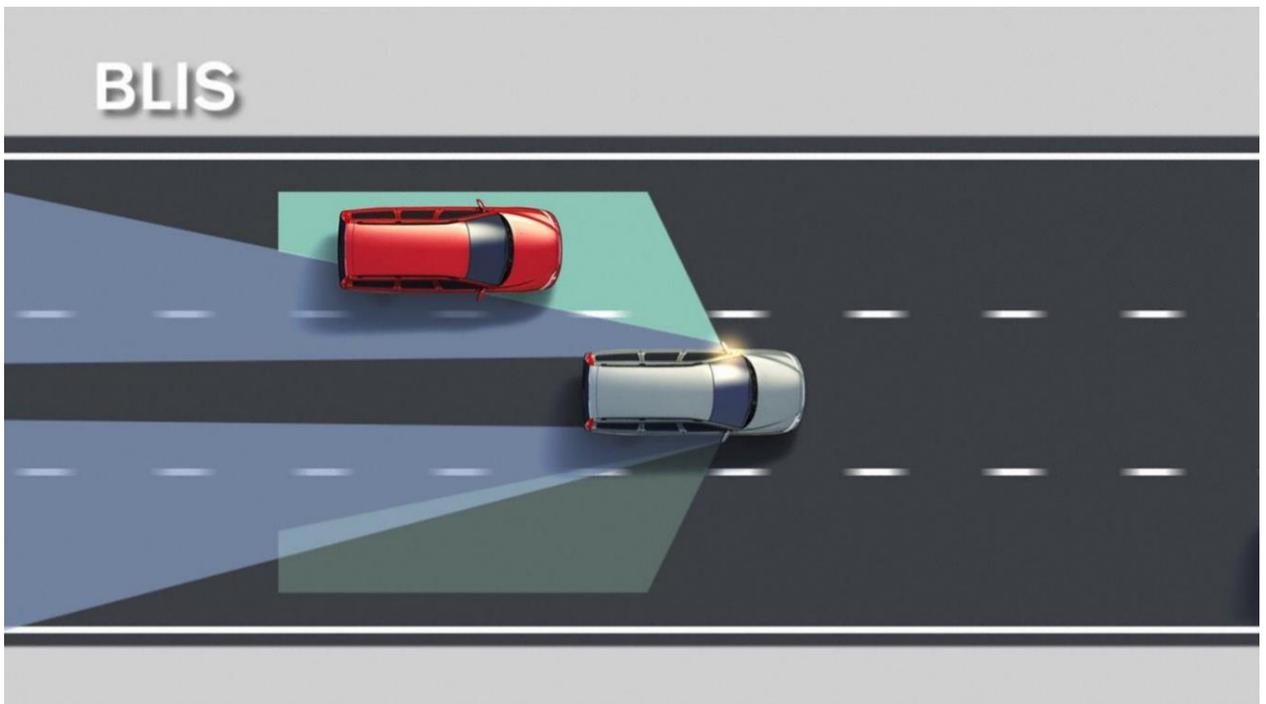


Рисунок 20 – Радиус действия датчиков система Blind Spot Information system

Buick использует два радара, которые вмонтированы в задний бампер транспортного средства. Радиус действия радаров охватывает 3 м сбоку автомобиля и 5 м сзади. Данной системой оснащено зеркало заднего вида базовой конструкции [21], [22]. На рисунке 21 представлена работа системы Side Blind zone alert от Buick.



Рисунок 21 – Радиус действия датчиков Side Blind zone alert

Одной из наиболее важных характеристик, несколько отличающихся в разных системах, является точность датчиков: насколько однозначно они могут игнорировать ложные сигналы тревоги (объекты, которые не представляют опасности). Высококачественные датчики, как правило, обеспечивают более высокую точность, но для снижения частоты ложных срабатываний также требуется усовершенствованный контроллер, запрограммированный на максимально возможное различие положительных и ложных срабатываний [12].

Что касается сегмента легковых автомобилей, то в классе легких коммерческих автомобилей система контроля слепых зон вызывает мало интереса. Однако увеличение габаритных размеров автомобиля приводит к тому, что увеличивается слепая зона автомобиля. В связи с этим актуальным является использование системы, которая может отслеживать задние слепые зоны транспортного средства и помогать водителю при смене полосы движения на соседние полосы.

Система предупреждения водителя о транспортных средствах в «слепых» зонах состоит из следующих компонентов:

- задний левый радар;
- задний правый радар;

- блок управления BSW;
- индикаторы системы BSW.

Оба радара установлены в заднем бампере так, чтобы в зоне их охвата оказалась зонами работы системы BSW, а блок управления системой находятся внутри салона автомобиля. Также система BSW получает сигнал от датчика дождя и света, для корректировки яркости свечения светодиода системы BSW. На рисунке 22 представлено расположение датчика дождя и света в автомобиле.



Рисунок 22 – Датчик дождя и света, расположенный в держателе внутреннего зеркала

В то же время система BSM обеспечивает следующие функции:

- обнаружение объектов в слепой зоне транспортного средства;
- оценку относительной скорости движения используемого транспортного средства [19];
- визуальное и звуковое предупреждение водителя о возможном столкновении с транспортным средством в слепой зоне;
- самодиагностику системы;
- визуальное представление водителю информации о статусе работы системы;

– визуальное представление водителю информации об ошибке работы системы [20].

Блок-схема работы датчика слепых зон представлена на рисунке 23 [17], [27].

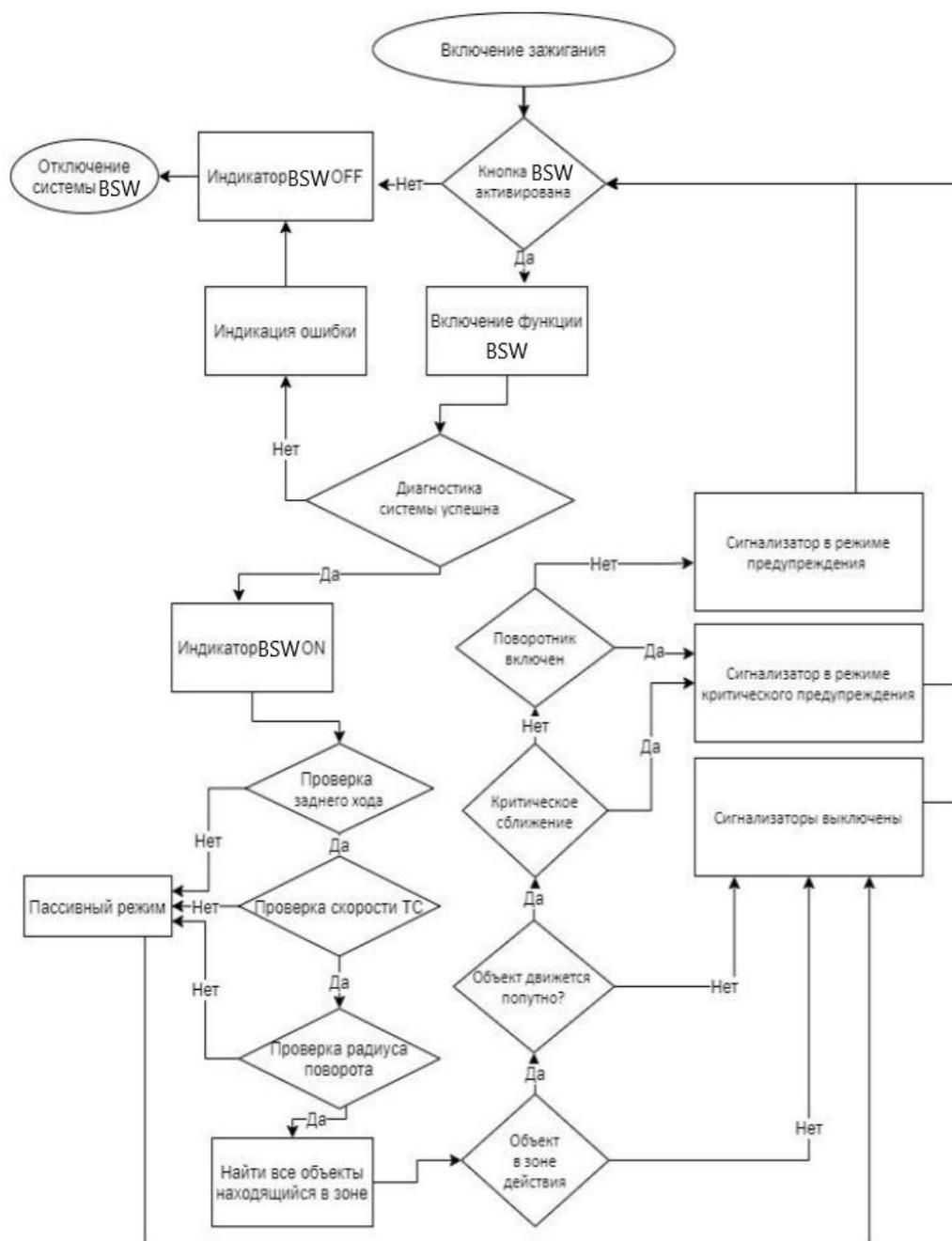


Рисунок 23 – Функциональная схема работы BSW

### 3.3 Обзор возможностей программы CAVA

Соответствие транспортного средства требованиям стандартов является обязательной частью проектирования автомобилей. CAVA (CATIA Automotive Extensions Vehicle Architecture) предоставляет решение для эффективного и уверенного подтверждения соответствия конструкции и архитектуры автомобиля международным стандартам и нормам. CAVA, доступная в качестве расширения для CATIA V5 или 3DEXPERIENCE, успешно используется OEM-производителями и поставщиками по всему миру и может быть установлена как комплексное решение или как отдельные субпродукты для конкретных областей применения. Различные модули CAVA анализируют важнейшие данные об автомобиле, такие как зоны удара, обзорность водителя, положение пассажиров и зоны стеклоочистителей. Программа CAVA включает в себя ряд модулей необходимых для выполнения определенных видов задач.

CAVA OVA: модуль, представленный на рисунке 24, предназначен для разработки и проверки комплектации транспортного средства.

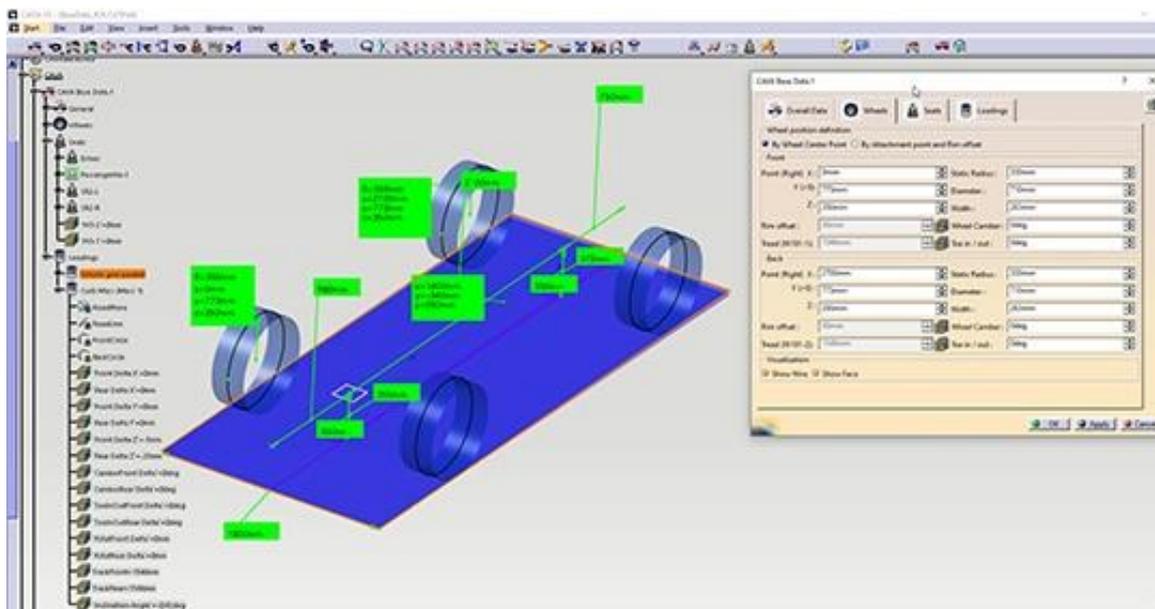


Рисунок 24 – Интерфейс модуля CAVA OVA

Данный модуль позволяет обеспечить правильное размещение компонентов на ранней стадии разработки транспортного средства – от ламп, номерных знаков и ремней безопасности. Находятся ли места размещения компонентов в пределах установленных проектных ограничений. Данный модуль необходим для задания ограничений размеров автомобиля, колес, а также для конфигурации нагрузки колес на землю.

CAVA Manikin: Стандарты SAE определяют двухмерный испытательный манекен для использования при определении различных положений сидений пассажиров. CAVA Manikin позволяет позиционировать манекен в соответствии с геометрическими рекомендациями или спецификациями по углам сочленений тела и соответствующим параметрам.

Этот модуль, представленный на рисунке 25, создает 2D-шаблон манекена в различных процентных размерах.

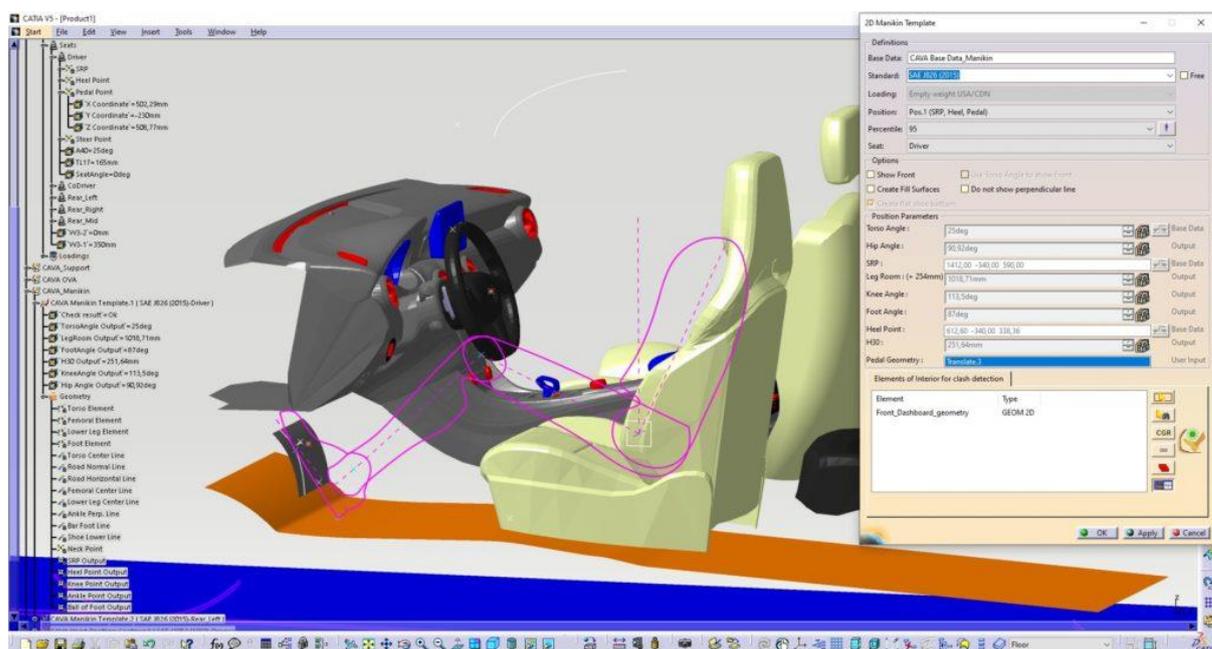


Рисунок 25 – Интерфейс модуля CAVA Manicin

Данный модуль обеспечивает практические методы позиционирования для конкретных целей, как описано в стандарте SAE J826. Позволяет определить опорную точку сидения на основе опорных точек пятки, пола и

педали и/или рекомендуемых углов суставов, геометрию педали и точку пятки на основе опорных точек сидения, геометрии пола и углов суставов. Дает возможность измерить пространство для ног на задних сиденьях и также проверить, нет ли совпадения с геометрией (переднее сиденье, приборная панель и т.д.).

CAVA Vision: При проектировании автомобиля необходимо учитывать множество норм и требований в отношении прямого и косвенного зрения водителя. CAVA Vision предоставляет ряд функциональных возможностей для анализа и оценки законодательных требований, а также визуальных аспектов эргономики и комфорта водителя или пассажиров. С помощью CAVA Vision, окна которых представлены на рисунках 26 и 27, можно оценить такие аспекты, как, например, какие участки дороги видны водителю, сможет ли водитель увидеть светофор на заданном расстоянии, и какую зону на приборной панели загораживает рулевое колесо.

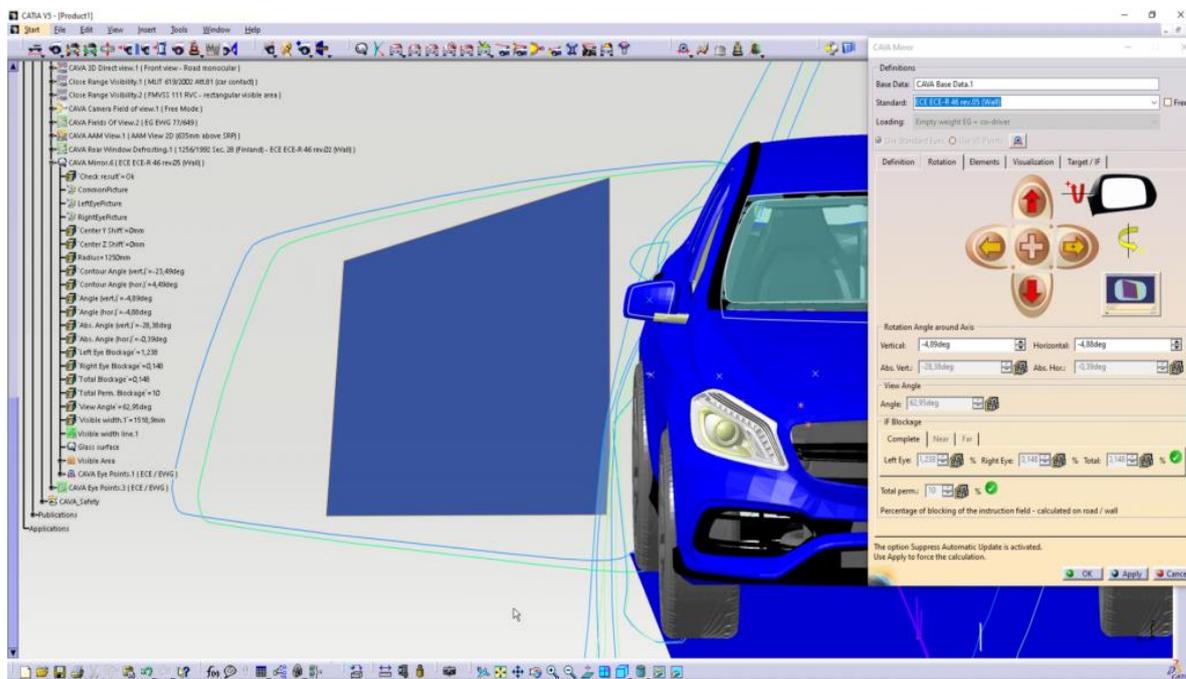


Рисунок 26 – Общий вид интерфейса модуля CAVA Vision

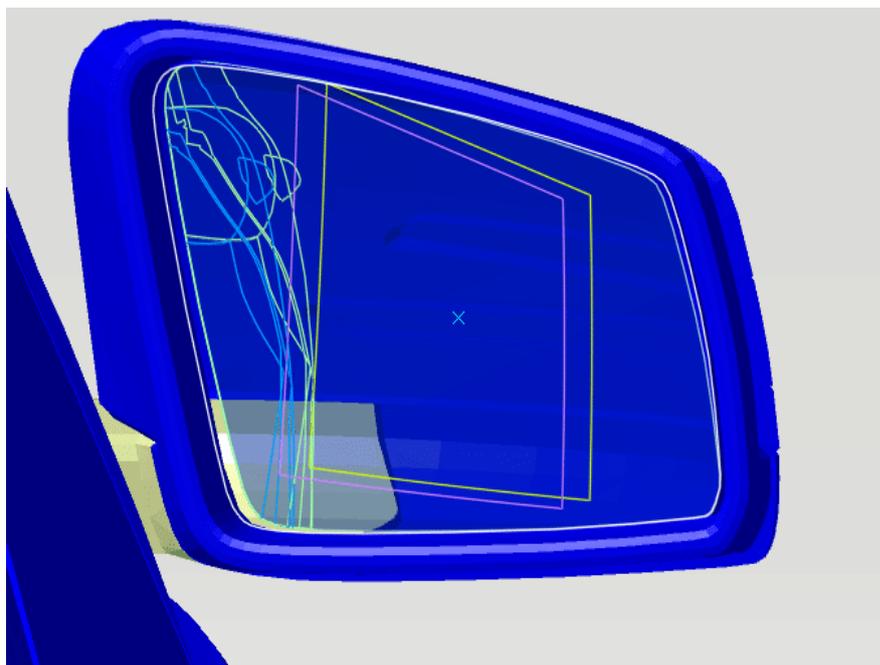


Рисунок 27 – Вид зеркала в интерфейсе модуля CAVA Vision

Подводя итоги третьей главы можно сделать выводы:

- проведен анализ действующих конструкций, в ходе которого были выявлены риски засвета светодиода солнечными бликами или светом фар сзади идущих автомобилей;
- описан принцип работы систем обнаружения слепых зон от разных производителей автомобилей;
- приведено подробное описание модулей программного обеспечения CAVA, необходимого для выполнения расчета на обзорность зеркал заднего вида.

#### 4 Оценка обзорности зеркала базовой конструкции

Базовая конструкция зеркала заднего вида оснащена датчиком слепых зон (BSW – Blind spot warning), которая ввиду своего расположения мешает водителю объективно оценивать ситуацию на дороге при выполнении маневров на автомобиле.

Для доказательства вышесказанного было проведено моделирование обзорности в программе CAVA. Базовым автомобилем был выбран разрабатываемый проект автомобиля и прототип сферического зеркала для него, который представлен на рисунке 28.

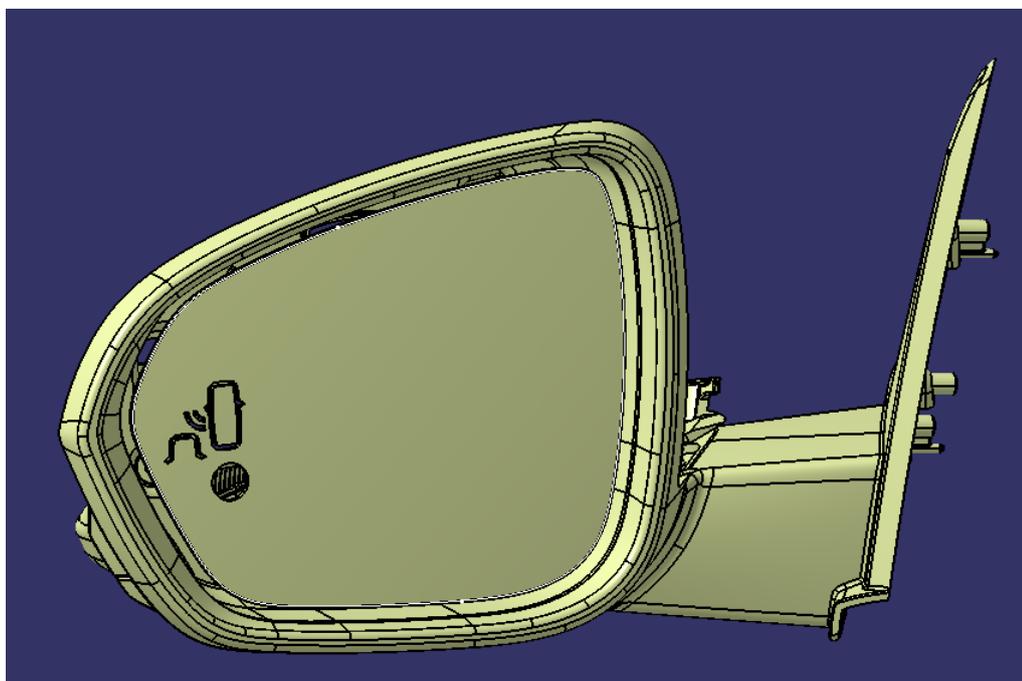


Рисунок 28 – Зеркало базовой конструкции

Все данные в дальнейшем моделировании обзорности зеркала заднего вида были выбраны исходя из схемы вместимости разрабатываемого проекта автомобиля, которая представлена на рисунке 29.

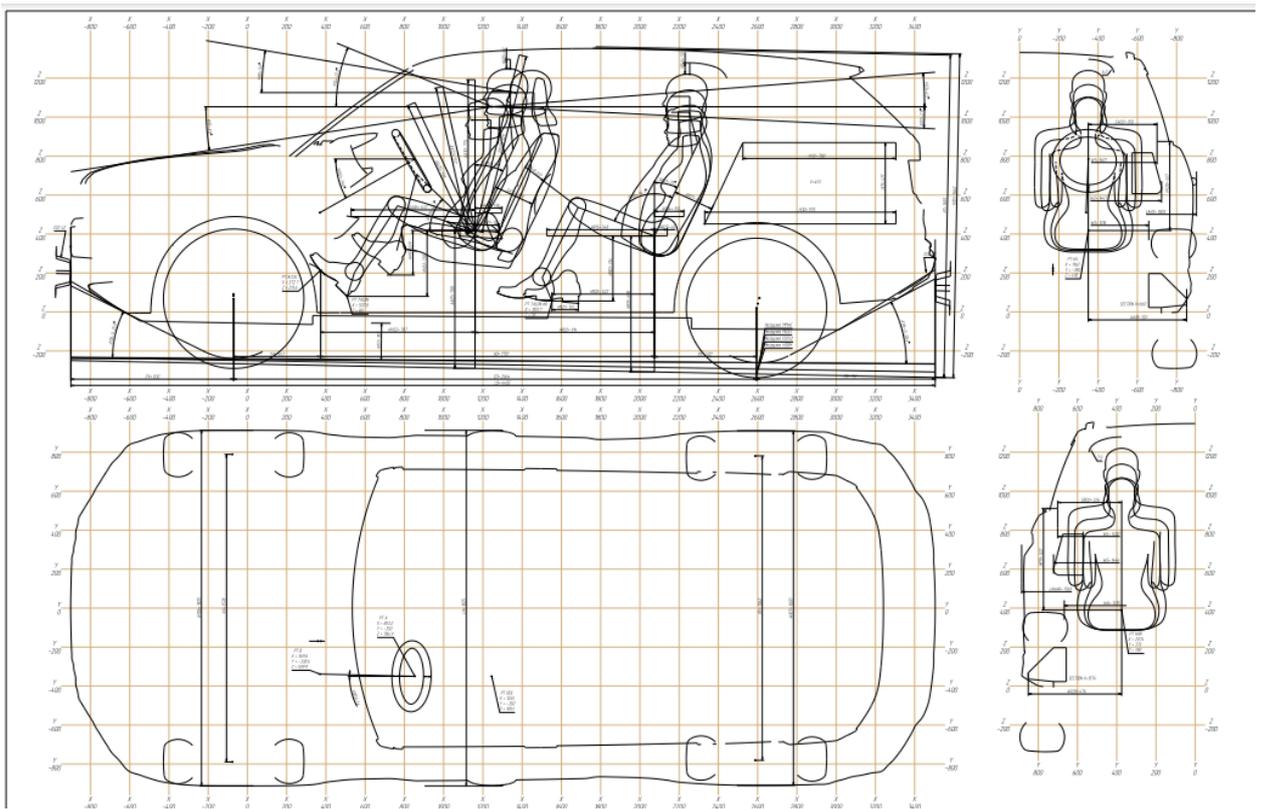


Рисунок 29 – Геометрические параметры разрабатываемого проекта

Эскизная компоновка – это первичная графическая проработка конструкции автомобиля с соблюдением масштабных геометрических пропорций. По ее результатам выдают первые графически-оформленные документы, которые служат исходной информацией для последующих проектных работ. Результатом эскизной компоновки является схема вместимости.

Схема вместимости – это компоновка, которая определяет основные геометрические параметры автомобиля; размещение в салоне людей различной репрезентативности; основные требования к обзорности, досягаемости; расположение передних и задних сидений; положение рулевого колеса и других органов управления; размещение топливного бака и запасного колеса; габариты моторного и багажного отделений.

На рисунке 30 представлено окно модуля CAVA OVA «Base Data», в котором необходимо задать параметры земли автомобиля во вкладке Overall Data:

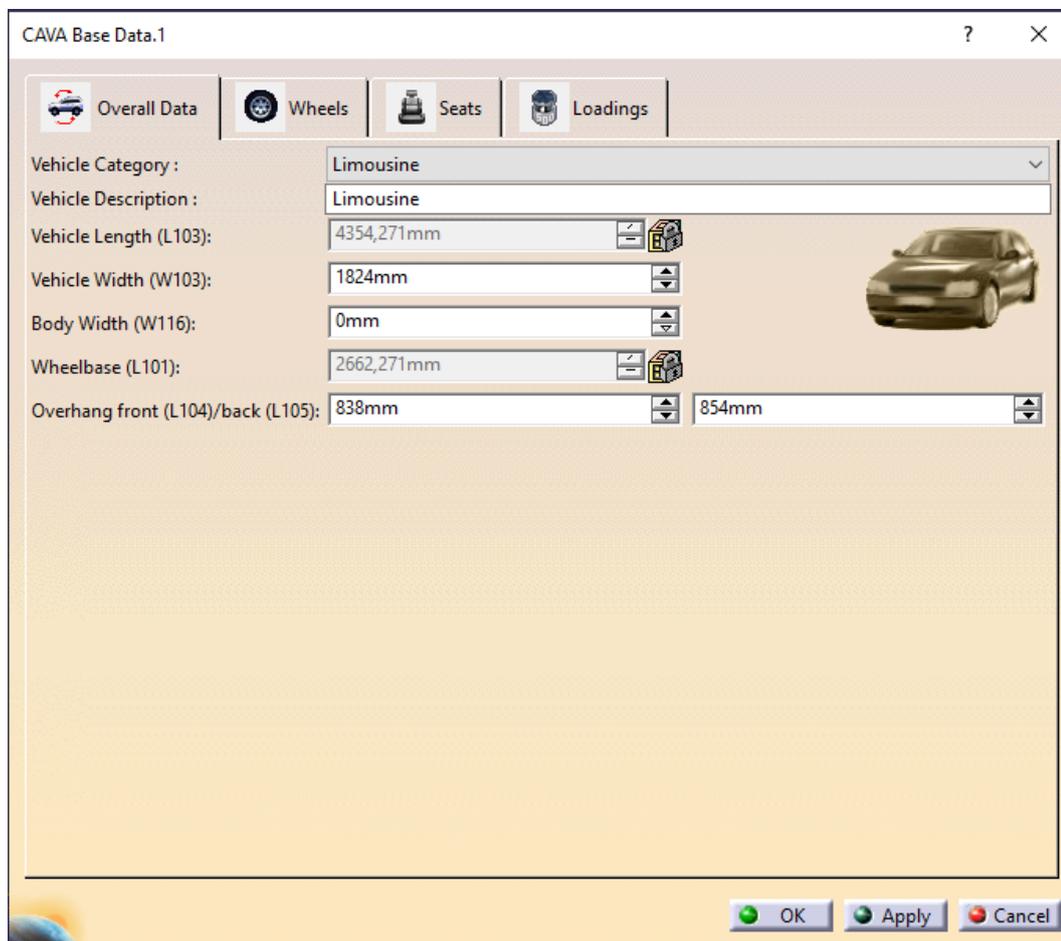


Рисунок 30 – Параметры кузова автомобиля

Во вкладке Overall Data необходимо заполнить габаритные размеры автомобиля. Согласно карте замеров их величина равна:

- Vehicle Width (W103) – ширина автомобиля: (1824 мм);
- Overhang front (L104) – длина автомобиля от его переднего бампера до середины (838 мм);
- Overhang back (L105) – длина автомобиля от его середины до заднего бампера (845 мм).

После ввода параметров кузова автомобиля программа САВА моделирует землю, которая представлена в виде синего прямоугольника, показанного на рисунке 31.

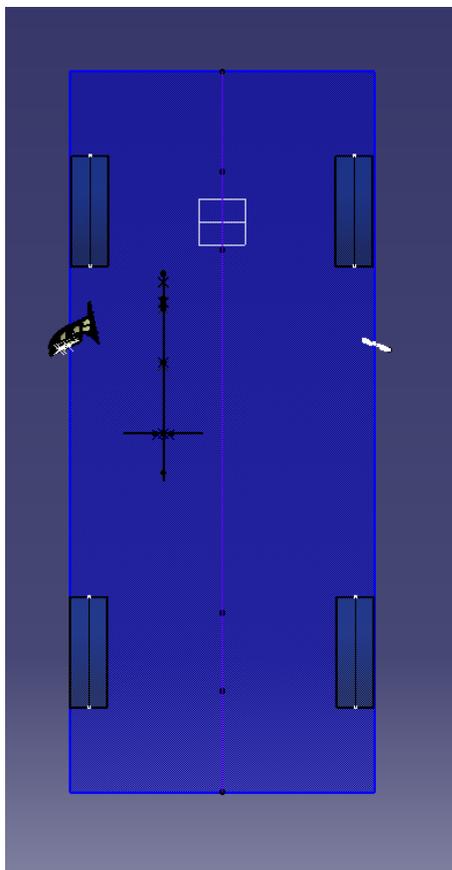


Рисунок 31 – Моделирование границ автомобиля в САВА Overall Data

Далее во вкладке Wheels, окно, с вводными данными которого представлено на рисунке 32, необходимо задать параметры для колес автомобиля, взятых из карты замеров автомобиля:

- Front/Back – переднее и заднее колесо соответственно;
- Point (Right) X – координата центра переднего и заднего колеса по оси X (- 65,217 и 2597 мм);
- Point (Right) Y – координата центра переднего и заднего колеса по оси Y (791 и 798 мм);

- Point (Right) Z – координата центра переднего и заднего колеса по оси Z (47,925 и 6,559 мм);
- Static Radius – радиус колеса (332,702 мм);
- Diameter – диаметр колеса (665,404 мм);
- Width – ширина колеса (227,5 мм).

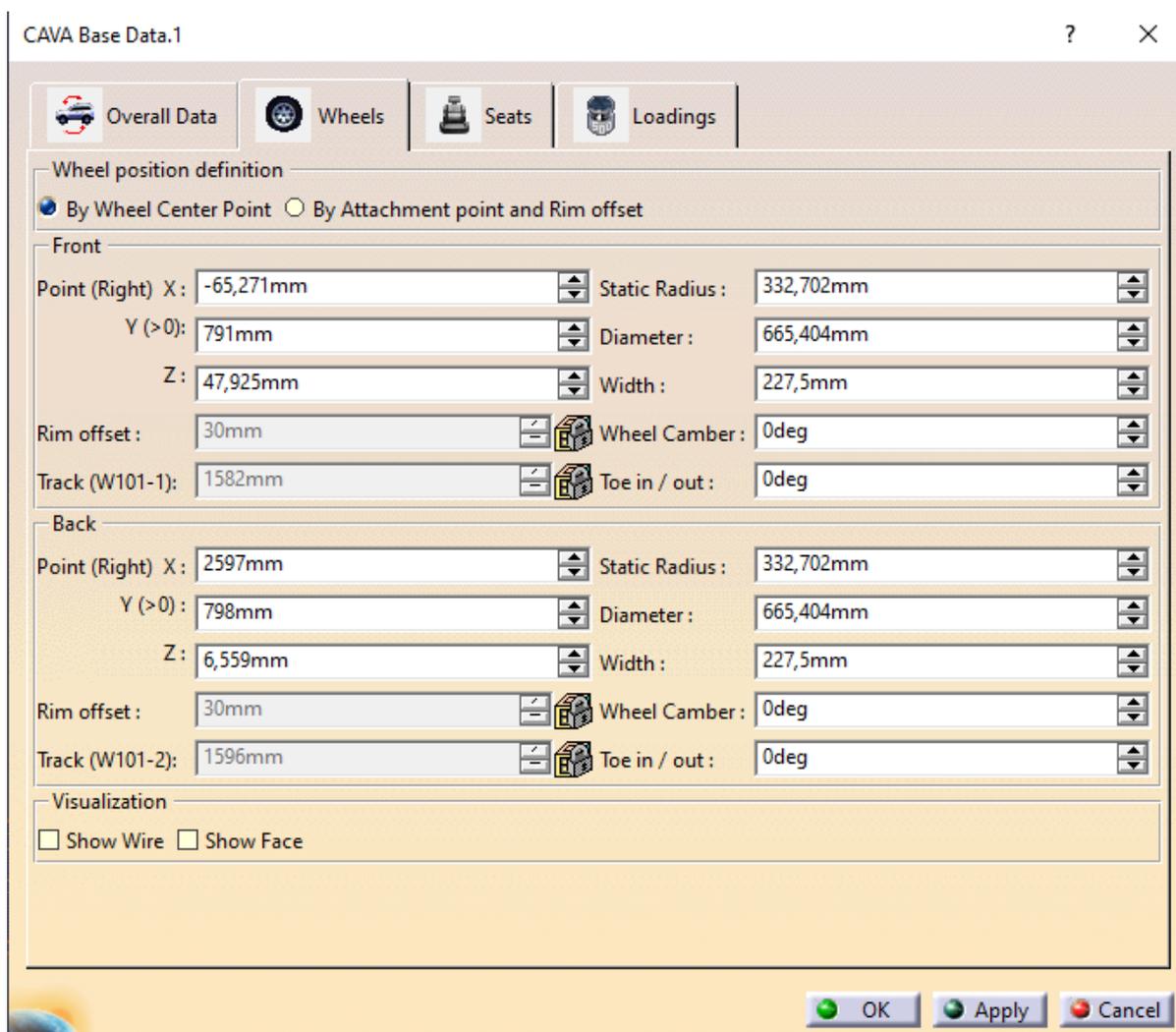


Рисунок 32 – Окно модуля CAVA OVA колес автомобиля

После ввода параметров для колес автомобиля программа CAVA моделирует их геометрию. Результат моделирования геометрии колес представлен на рисунке 33.

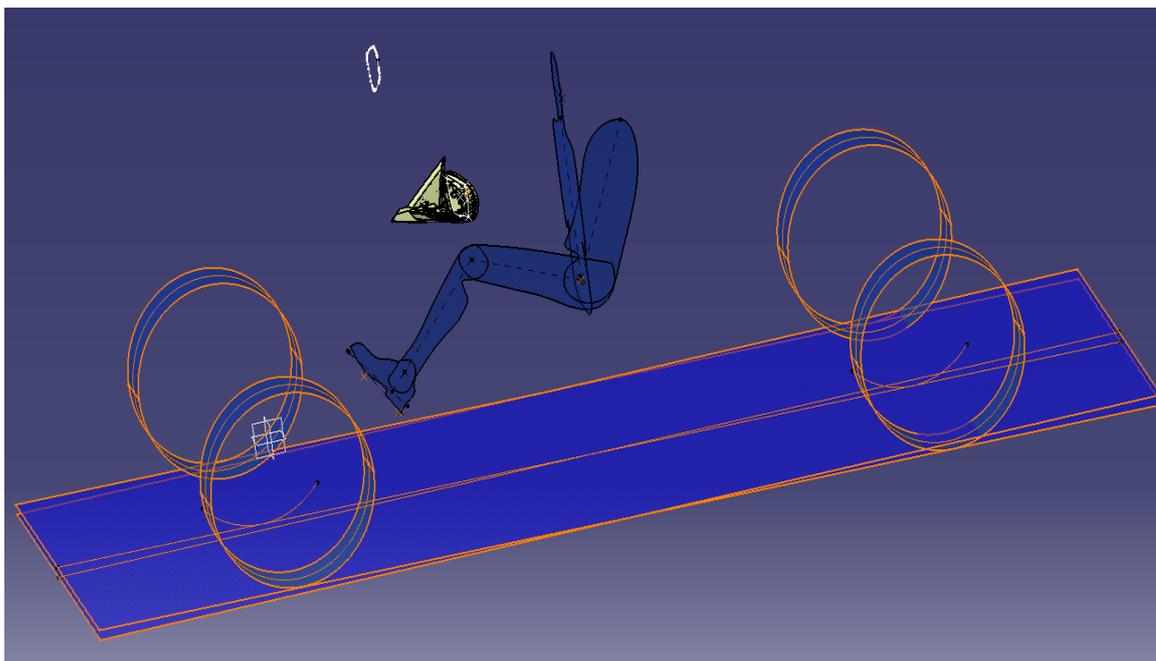


Рисунок 33 – Колеса автомобиля в CAVA OVA Wheels

Во вкладке Seats задаются координаты точек, из карты замеров, которые в дальнейшем необходимы для создания геометрии манекена водителя. Необходимо заполнить следующие параметры, представленные на рисунке 34:

- Seat Reference Point – координата центра вращения туловища и бедра водителя (1275,1 мм; -350 мм; 383 мм);
- Heel Reference Point – координата точки контакта ноги пассажира и педали автомобиля (481 мм; -350 мм; 80 мм);
- Steering Wheel Center Point – координата центра рулевого колеса (865,4 мм; -350 мм; 766,6 мм);
- Pedal Reference Point – координата точки педали автомобиля (359 мм; -350 мм; 225,8 мм).

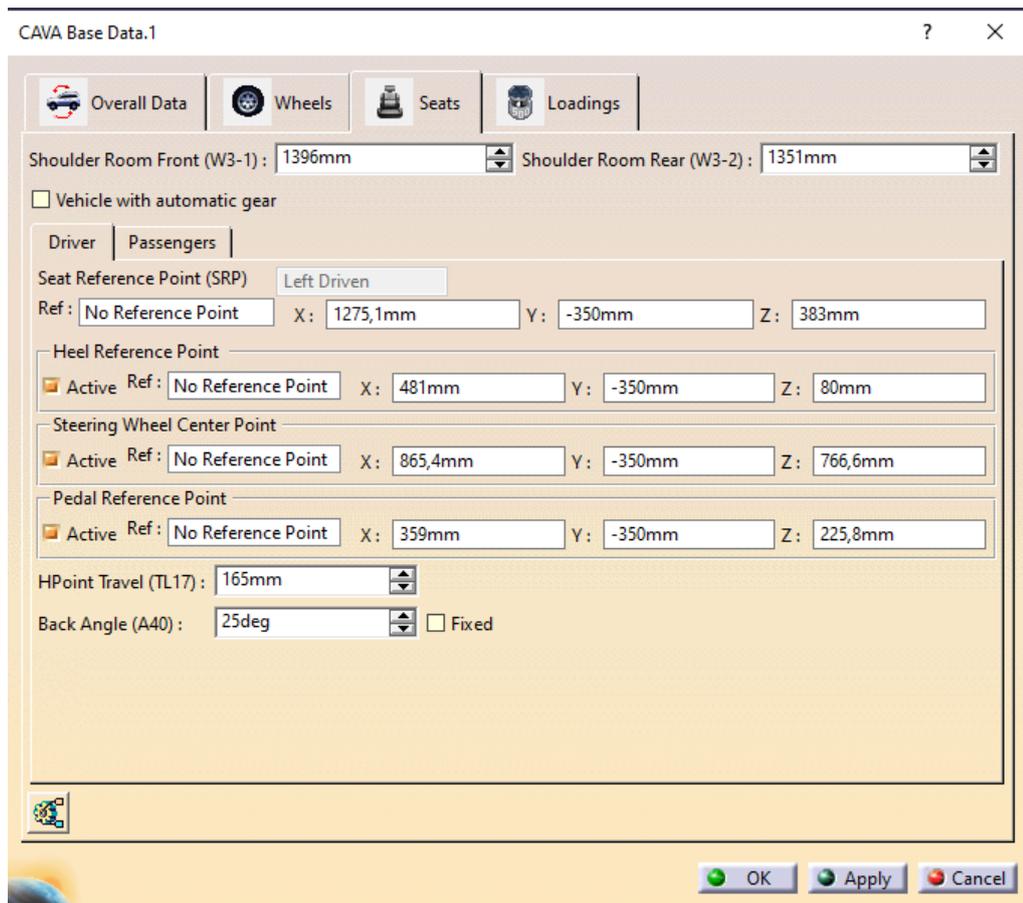


Рисунок 34 – Окно модуля CAVA OVA водителя автомобиля

В результате создаются точки манекена, представленные на рисунке 35.

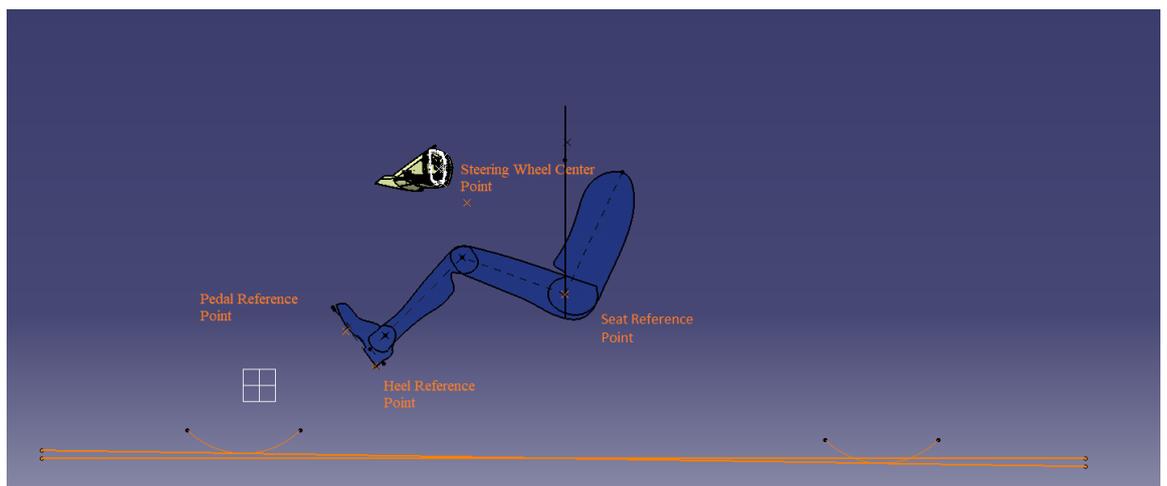


Рисунок 35 – Манекен с точками вкладки Seats

Во вкладке Loadings, представленной на рисунке 36, выбирается нагрузка автомобиля на землю. Необходимо выбрать строку Empty weight EG + co-driver и задать параметры нагрузки:

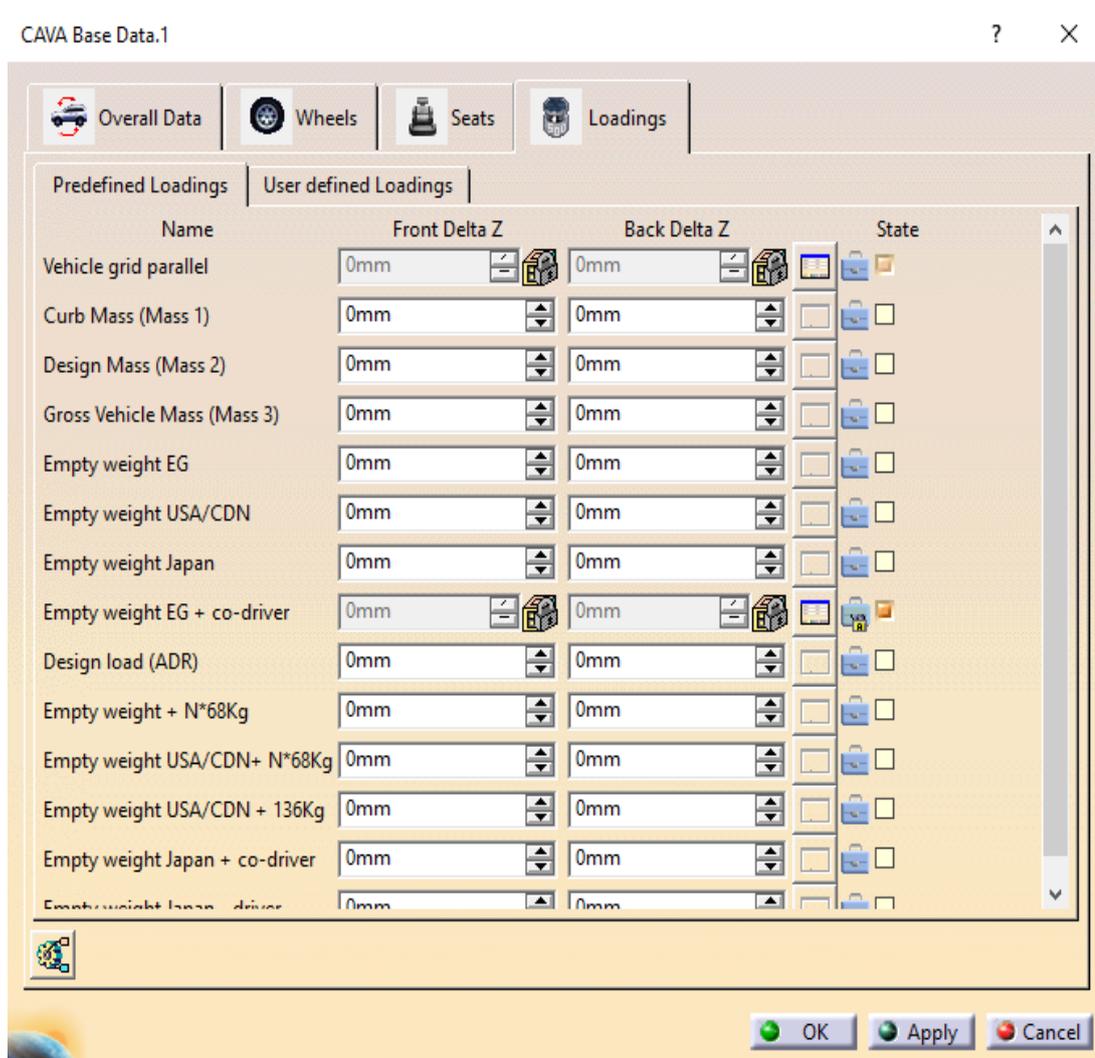


Рисунок 36 – Окно модуля CAVA OVA нагрузки автомобиля

В окне Empty weight EG + co-driver, представленном на рисунке 37, задаются координаты центров колес аналогично вкладке Wheels. Empty weight EG+co-driver – нагрузка при пустом автомобиле с водителем и пассажиром весом 75 кг. Данная нагрузка стандартная для проверок обзорности зеркал заднего вида.

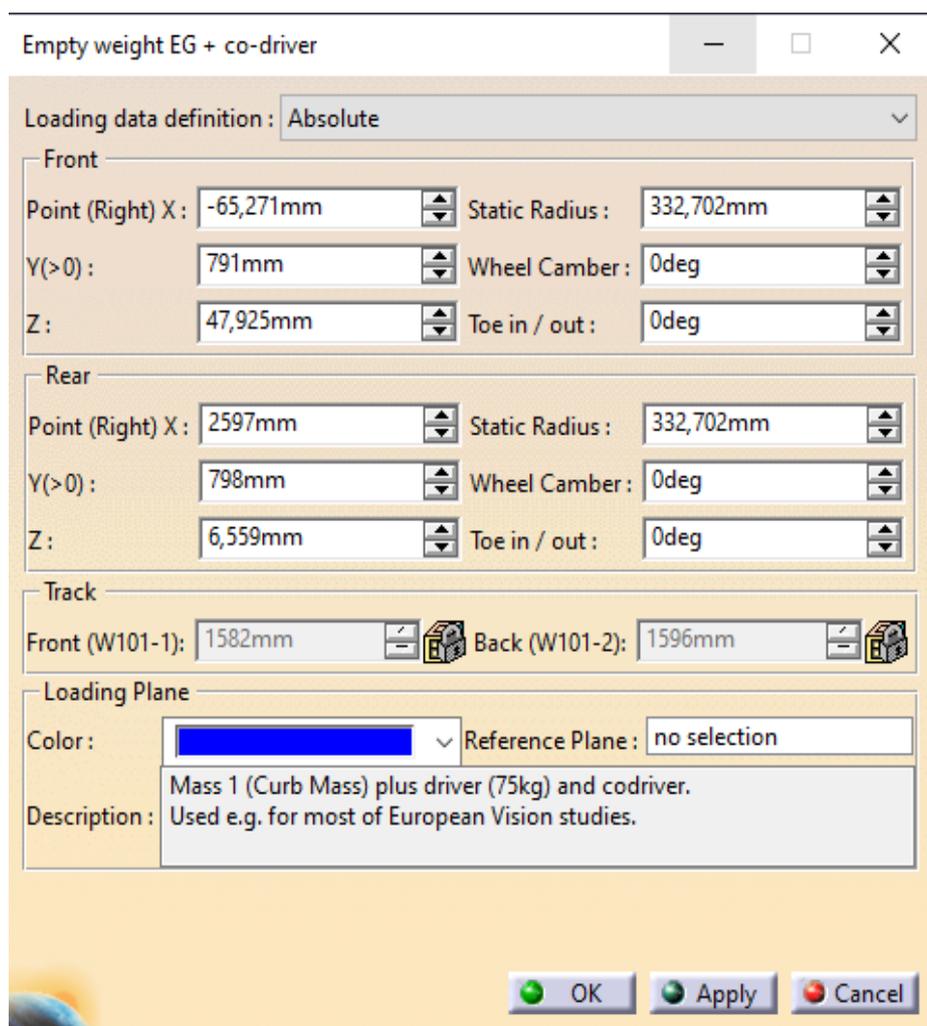


Рисунок 37 – Окно с вводными данными нагрузки автомобиля

В модуле «2D Manikin Template», представленном на рисунке 38, задаются ранее созданные параметры в модуле «CAVA Base Data» и также те, которые указаны ниже.

В «Base Data» выбираем в дереве построений, которое показано на рисунке 39, созданный ранее параметр «CAVA Base Data».

В «Options» выделяем Show Front для отрисовки туловища манекена.

В «Seat» выбираем Driver, так как рассчитывается обзорность для водителя автомобиля.

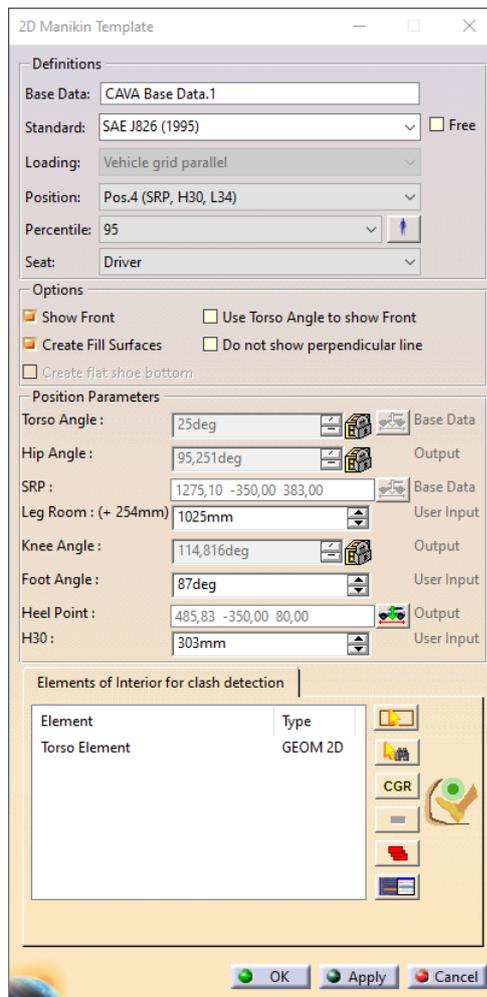


Рисунок 38 – Окно параметров манекена водителя

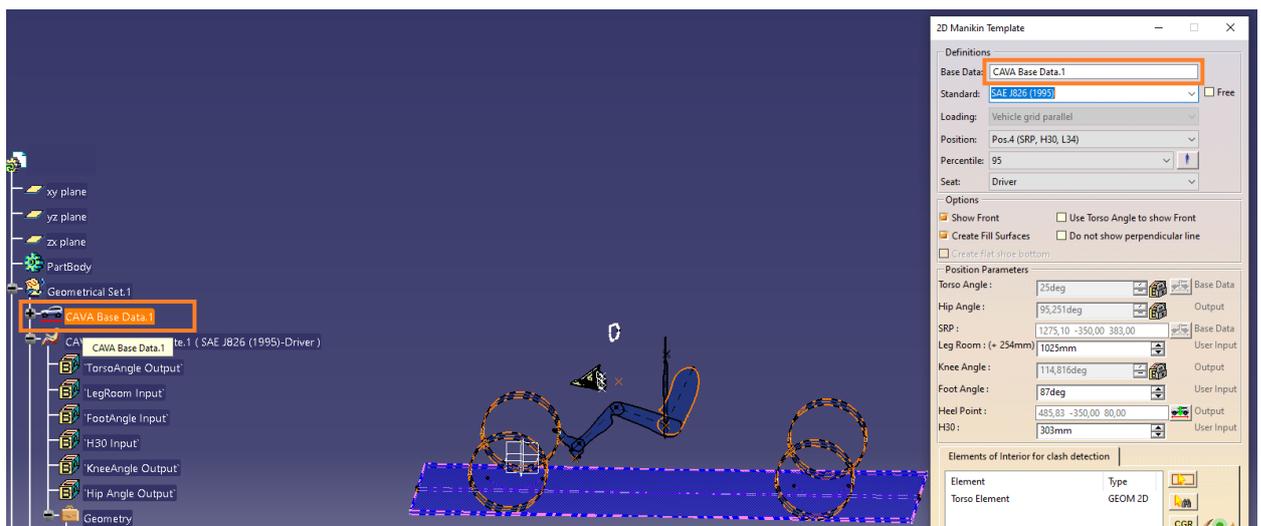


Рисунок 39 – Выбор «Base Data»

Для выполнения расчета обзорности зеркала заднего вида необходимо добавить геометрию зеркала заднего вида и части кузова автомобиля. С целью упрощения расчета и повышения скорости обработки вводных данных программой CAVA было решено использовать не всю геометрию кузова автомобиля, а только ту часть, представленную на рисунке 40, которую видит водитель в зеркале заднего вида.

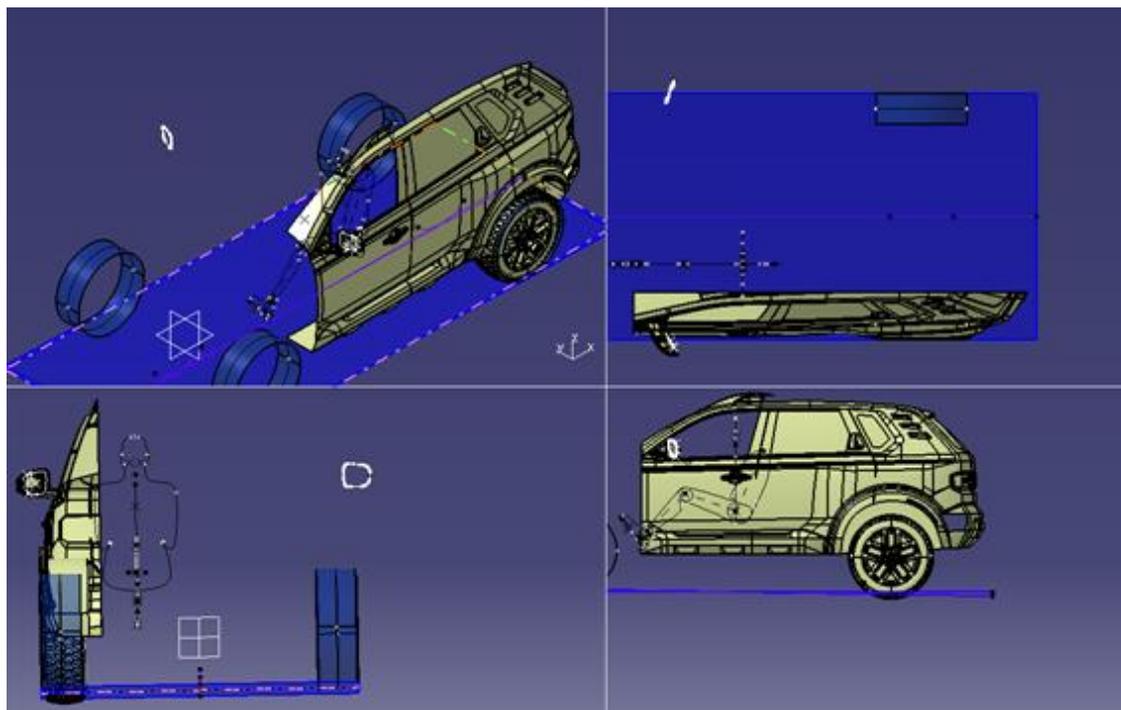


Рисунок 40 – Часть кузова автомобиля с зеркалом заднего вида базовой конструкции (Surface 5)

Необходимо задать параметры в модуле «CAVA Vision Mirror».

Во вкладке Definition, которая представлена на рисунке 41, вводятся следующие данные зеркала заднего вида:

- Тип зеркального элемента – Spherical (Сферический);
- Radius – радиус зеркального элемента (1260 мм);
- Rotation Point – точка вращения зеркального элемента (Point 3, данная точка загружается в CAVA из 3D модели зеркала);

- Contour – контур поверхности зеркального элемента (Curve 12, контур создается инженером до расчета).

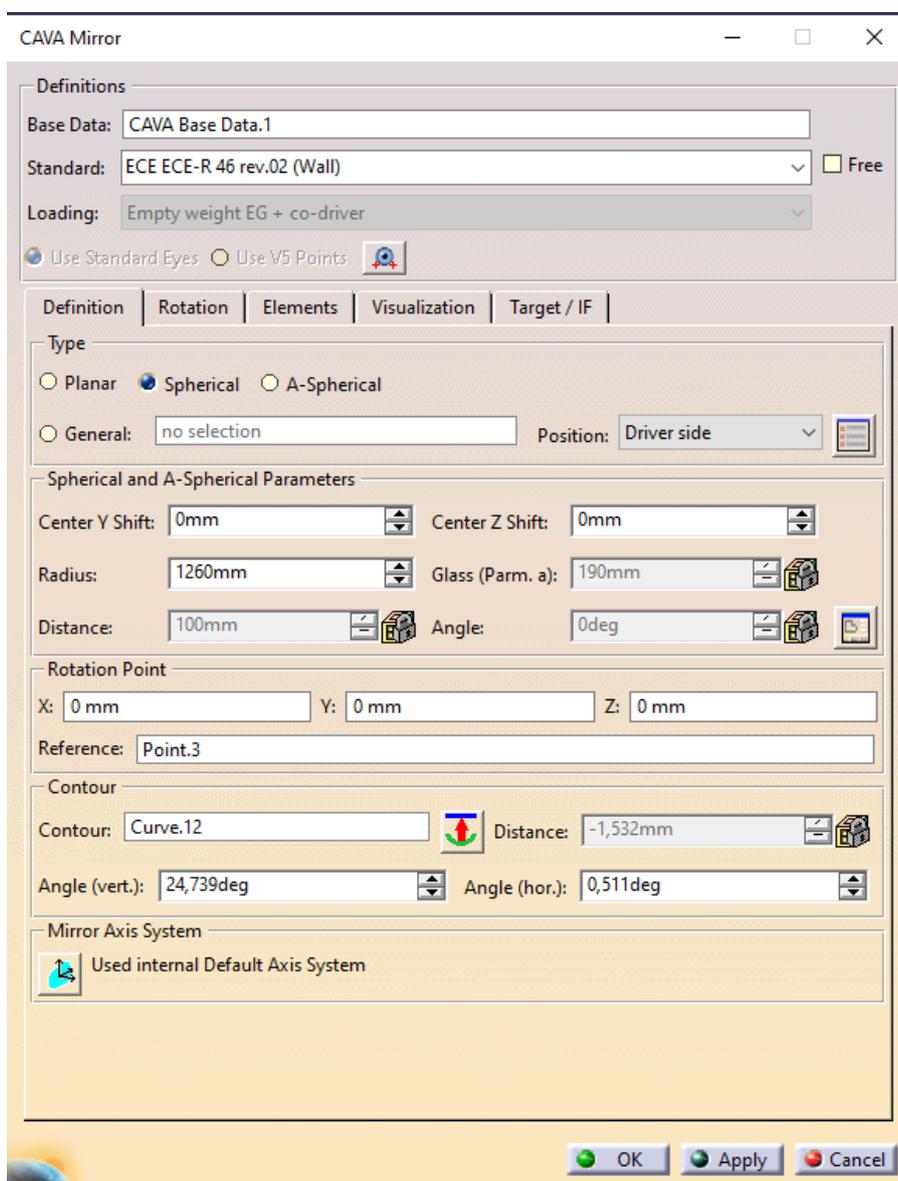


Рисунок 41 – Вкладка Definition в модуле CAVA Vision

Вводные данные для модуля CAVA Vision Mirror представлены на рисунке 42.

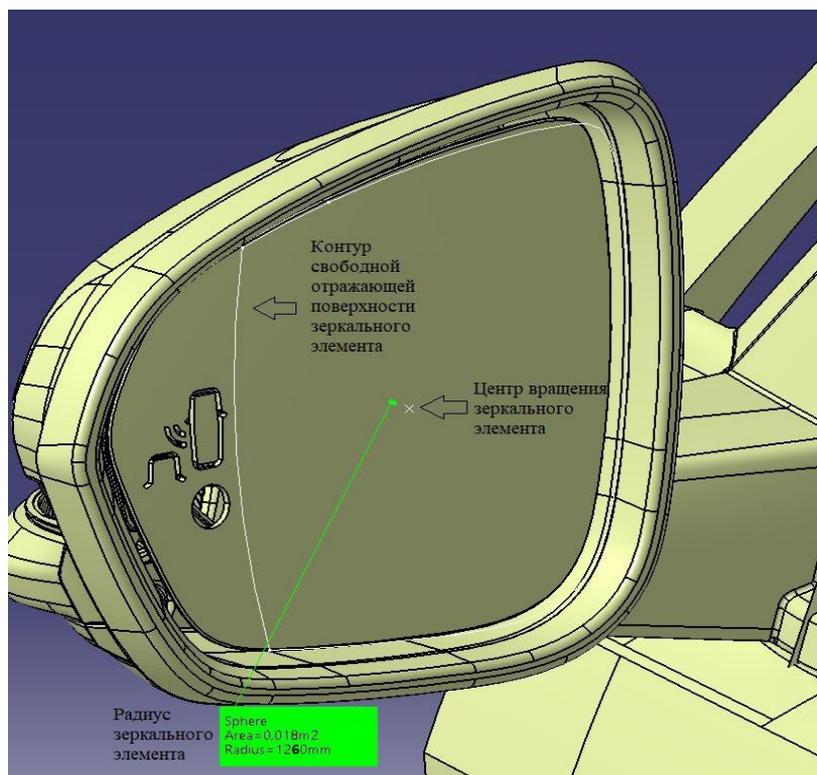


Рисунок 42 – Зеркало базовой конструкции

Участок зеркального элемента, где располагается датчик слепых зон, который представлен на рисунке 42, не является отражающей поверхностью ввиду своей конструкции и, следовательно, не входит в контур отражающей поверхности Curve 12.

Во вкладке Elements, представленной на рисунке 43, необходимо задать следующие параметры:

- поверхность перекрытия, т. е. геометрию части кузова автомобиля Surface 5, представленную на рисунке 40, которая будет отражаться в контуре зеркального элемента;
- on mirror Surfaces – функция для создания геометрии отражения на поверхности контура зеркального элемента;
- use for Blocking Calculation – функция для учета кузова при расчете препятствия;
- indirect – данная функция выбирается т.к. кузов является элементом, расположенным на пути лучей за зеркальным элементом;

– outside Blocking – данная функция выбирается так как кузов является  
ВНЕШНИМ ЭЛЕМЕНТОМ.

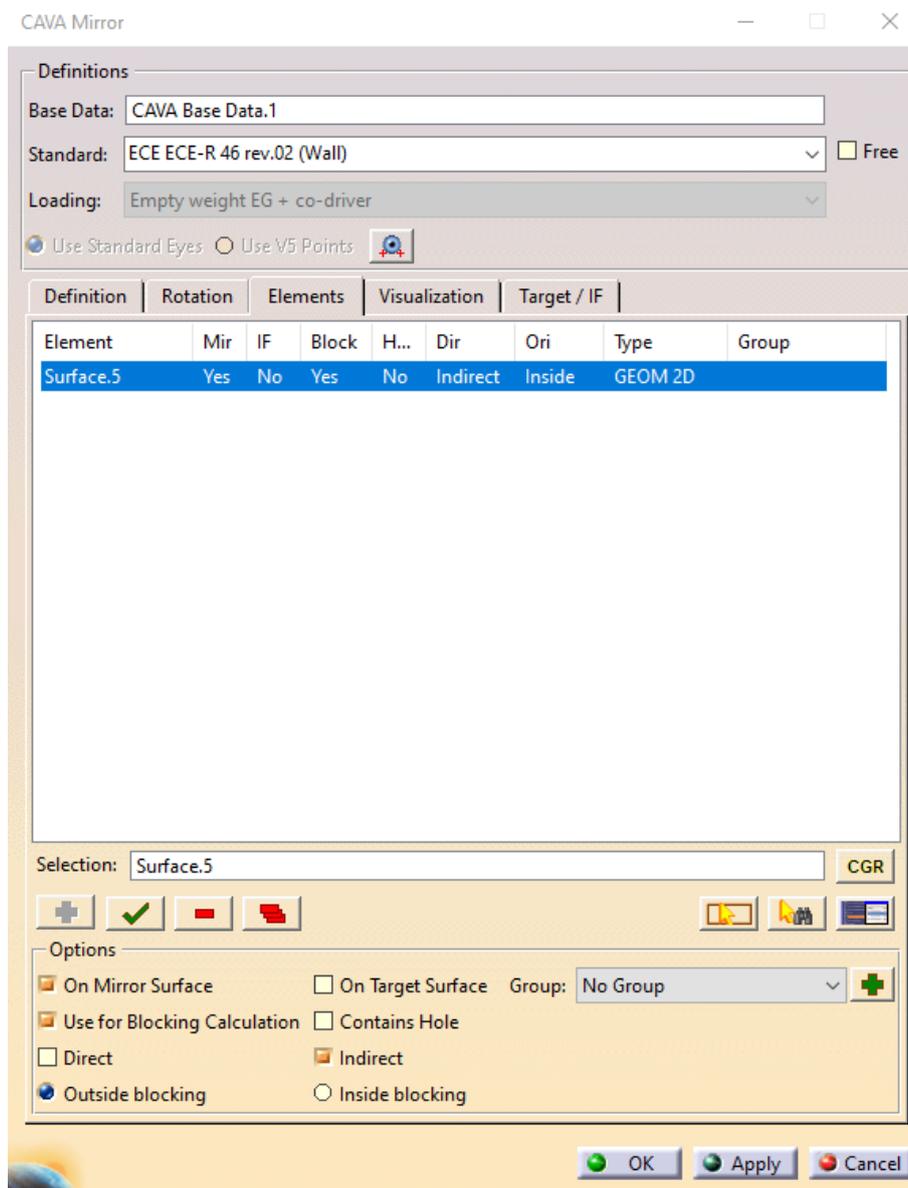


Рисунок 43 – Окно модуля CAVA Mirror Elements

Во вкладке Visualization, представленной на рисунке 44, выбираются  
настройки визуализации расчета.

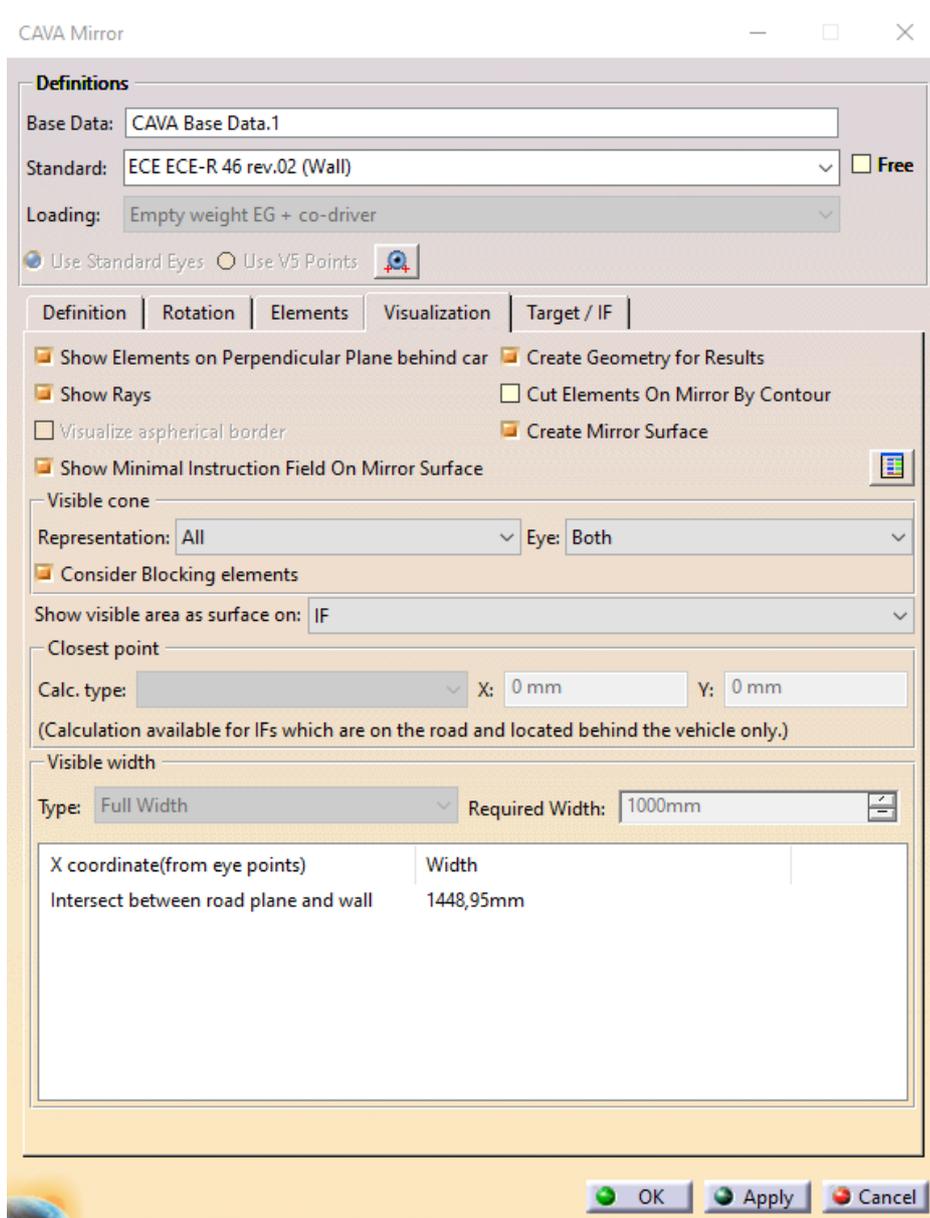


Рисунок 44 – Окно модуля CAVA Mirror Elements Visualization

Здесь выбираются следующие параметры:

- Show Elements on Perpendicular Plane behind car – моделирование отражения кузова на контуре зеркального элемента;
- Show rays – функция для отображения дополнительных четырех лучей от контура зеркального элемента к измерительной плоскости. Необходимо для определения крайних видимых границ контура зеркального элемента;

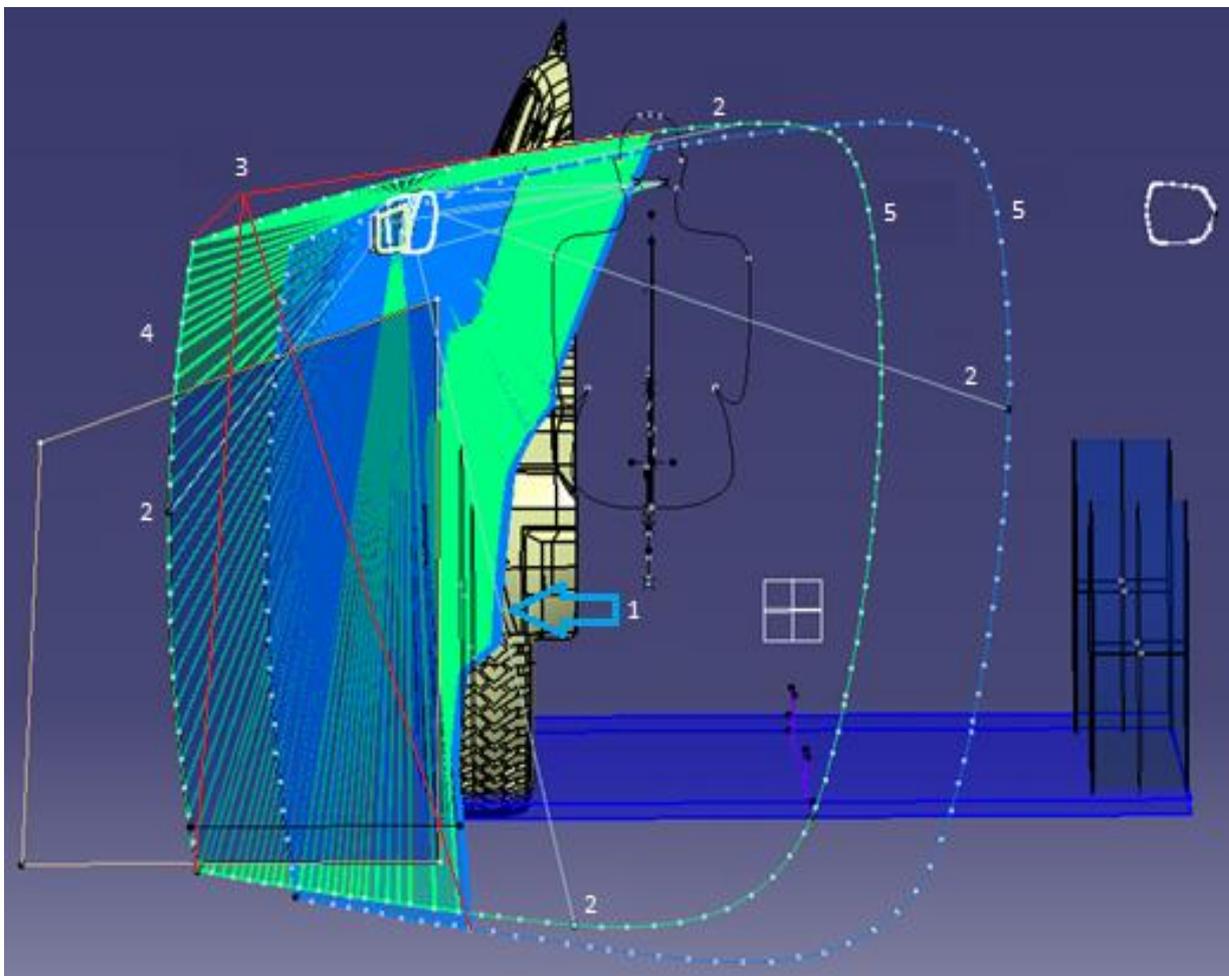
- Show Minimal Instruction Field On Mirror Surface – функция для моделирования свободной площади контура зеркального элемента, которая не включает в себя кузов автомобиля;
- Create Geometry for Result Create Mirror Surface – моделирование лучей отражения от контура зеркального элемента до вычислительного поля;
- Representation (All) – отображение всех лучей генерирующиеся при расчете;
- Eye (Both) – создание лучей от обоих глаз водителя;
- Consider Blocking Elements – включение в проверку обзорности видимые элементы автомобиля;
- Show visible area as surface on (IF) – видимая область генерируется на измерительной плоскости как поверхность.

На рисунке 45 представлена визуализация расчета и также отмечены цифрами пункты выбранных параметров во вкладке CAVA Mirror Elements Visualization.

Во вкладке Rotation отображается результат проверки, представленный на рисунке 46, и также процент покрытия инструктивным полем контура зеркального элемента.

Инструктивное поле (англ. Instruction field) это трапеция, генерируемая программой CAVA, которая является показателем покрытия контура зеркального элемента. Как можно видеть, процент покрытия для левого и правого глаза в пункте IF Blockage соответственно равны 55,782 % и 32,145 %, что в среднем высчитывается программой CAVA как 32,145 %. Средний процент покрытия превышает допустимые Total Perm равный 10 %. Величина покрытия в 32,145 % означает, что лишь 67,875 % инструктивного поля считаются видимыми на зеркальном элементе. Это недопустимо и ставит запрет на омологацию данного типа зеркала на автомобиль. Согласно требованиям не менее 90 % инструктивного поля должно покрываться

контуром зеркального элемента, то есть должны быть видимы на зеркальном элементе.



1 – моделирование отражения кузова на зеркальном элементе; 2 – четыре крайних луча; 3 – минимальная площадь контура зеркального элемента (без кузова); 4 – моделирование лучей отражения (лучи зеленого и синего цвета); 5 – моделирование вычислительных полей по контуру зеркального элемента (поле зеленого цвета – левый глаз водителя, поле синего цвета – правый глаз водителя)

Рисунок 45 – Результат моделирования обзорности зеркала базовой конструкции

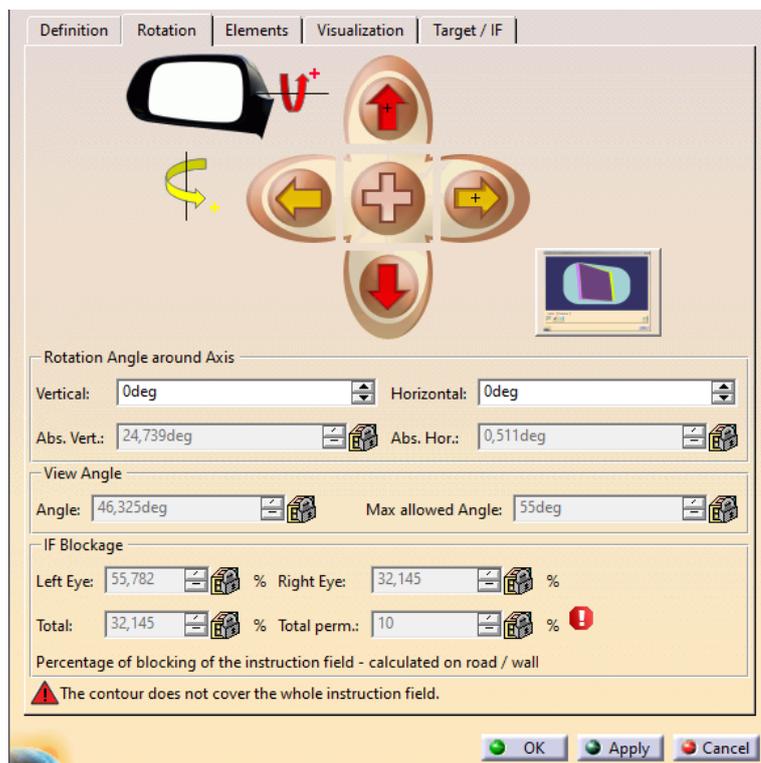


Рисунок 46 – Результат проверки обзорности зеркала базовой конструкции

На рисунках 47 и 48 представлена визуализация проверки обзорности.

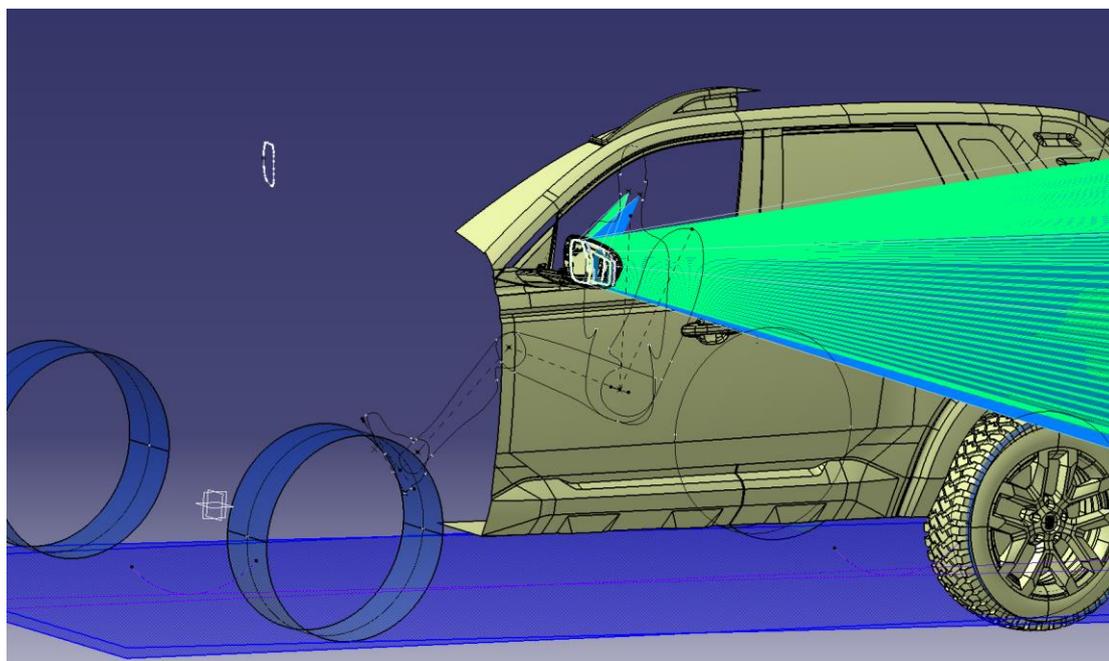


Рисунок 47 – Боковой вид визуализации моделирования зеркала базовой конструкции

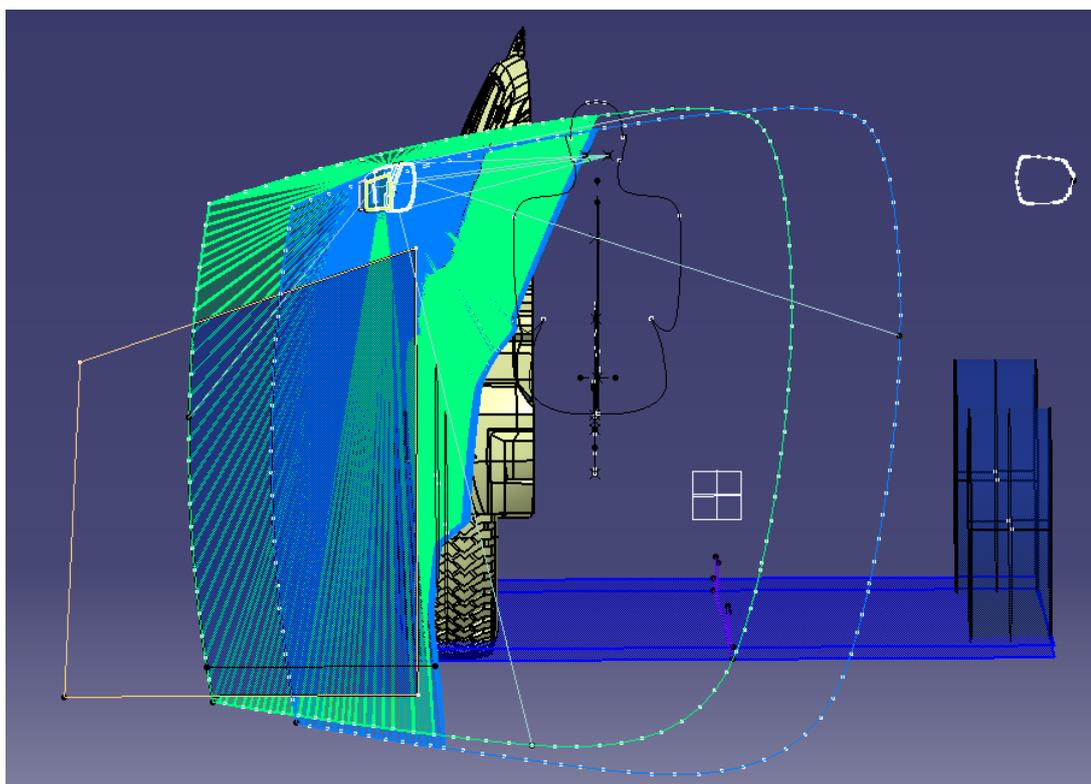


Рисунок 48 – Основной вид визуализации моделирования зеркала базовой конструкции

В качестве вывода по разделу можно отметить что базовая конструкция датчика слепых зон не удовлетворяет требованиям обзорности. Для доказательства этого было выполнено следующее:

- проанализирована базовая конструкция датчика слепых зон;
- проведен расчет на обзорность базовой конструкции, с подробным описанием процесса ввода данных и описанием функций модулей программы CAVA;
- проведен анализ главного показателя расчета, которым является процент покрытия для левого и правого глаза, который в среднем высчитывался программой CAVA как 32 %, что в итоге не соответствует требованиям обзорности.

## 5 Анализ обзорности зеркала усовершенствованной конструкции

В ходе анализа проведенного расчета на проверку обзорности зеркала базовой конструкции были выявлены недопустимые показатели величин покрытия инструктивным полем контура зеркального элемента. Для решения данной проблемы предлагается новая конструкция датчика слепых зон, которая предполагает под собой перенос индикатора за зеркальный элемент, тем самым освобождая полезное пространство зеркального элемента и достигая максимальной обзорности. Зеркало новой конструкции представлено на рисунке 49.

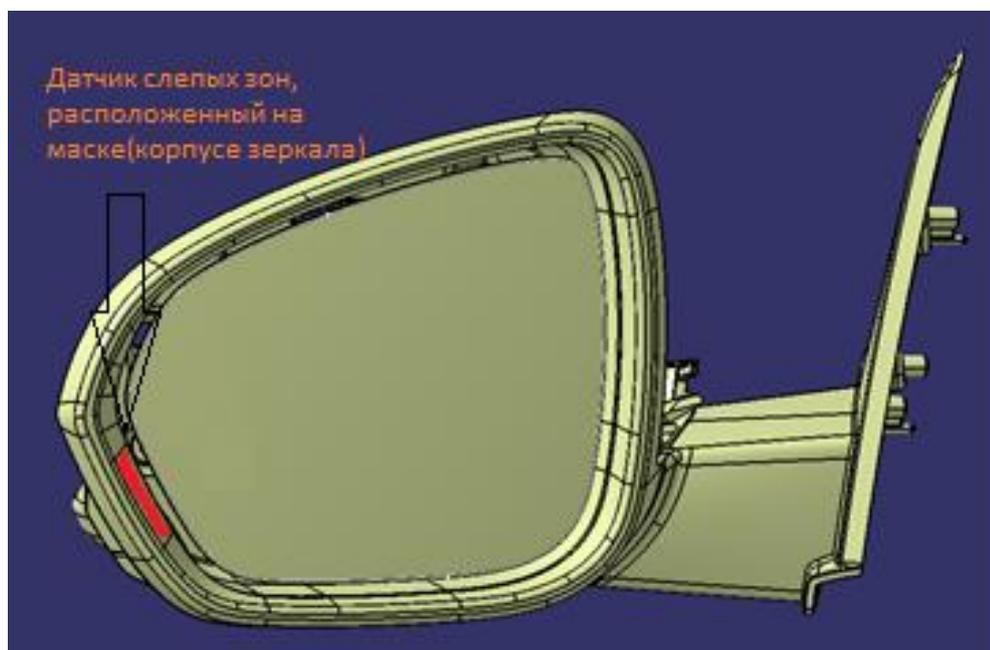


Рисунок 49 – Зеркало с перенесенным датчиком слепых зон

Анализ обзорности зеркала новой конструкции проводили с такими же вводными параметрами как и при проверке зеркала базовой конструкции, за исключением контура зеркального элемента. Ввиду того что датчик слепых зон был перенесен с зеркального элемента, площадь контура свободной отражающей поверхности, представленная на рисунке 50, стала больше, что

способствовало улучшению показателей покрытия инструктивным полем контура зеркального элемента.

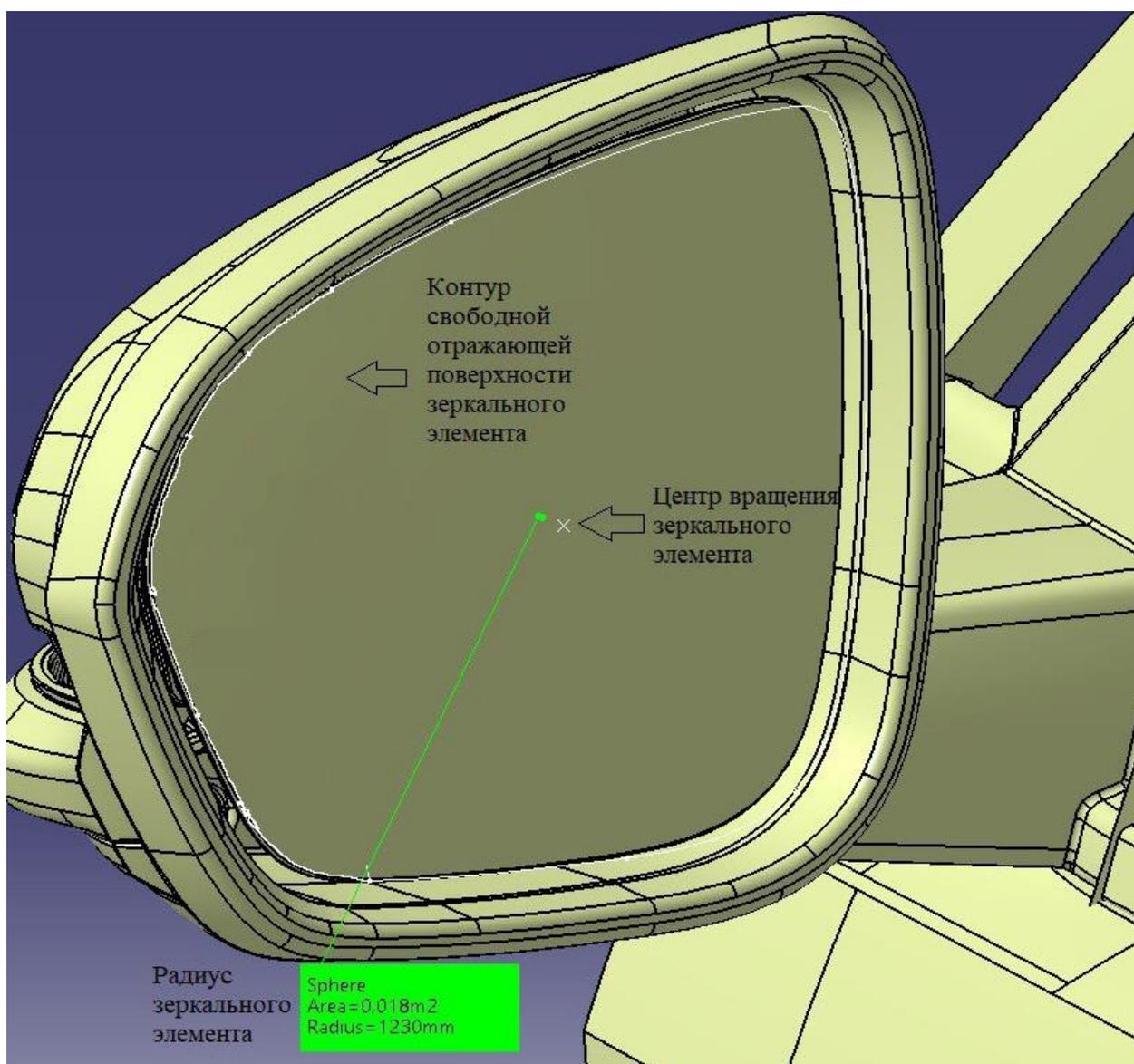


Рисунок 50 – Контур зеркального элемента новой конструкции, выделенный белой линией

По результатам проверки, представленным на рисунке 51, процент покрытия для левого и правого глаза в пункте IF Blockage соответственно составил 0 % и 0,502 %, что в среднем высчитывается как 0 %. Данный процент покрытия, очевидно, не превышает допустимые 10 %. Следовательно, зеркало данной конструкции полностью соответствует

требованиям и омологация зеркала допустима. Итоговая визуализация расчета представлена на рисунке 52.

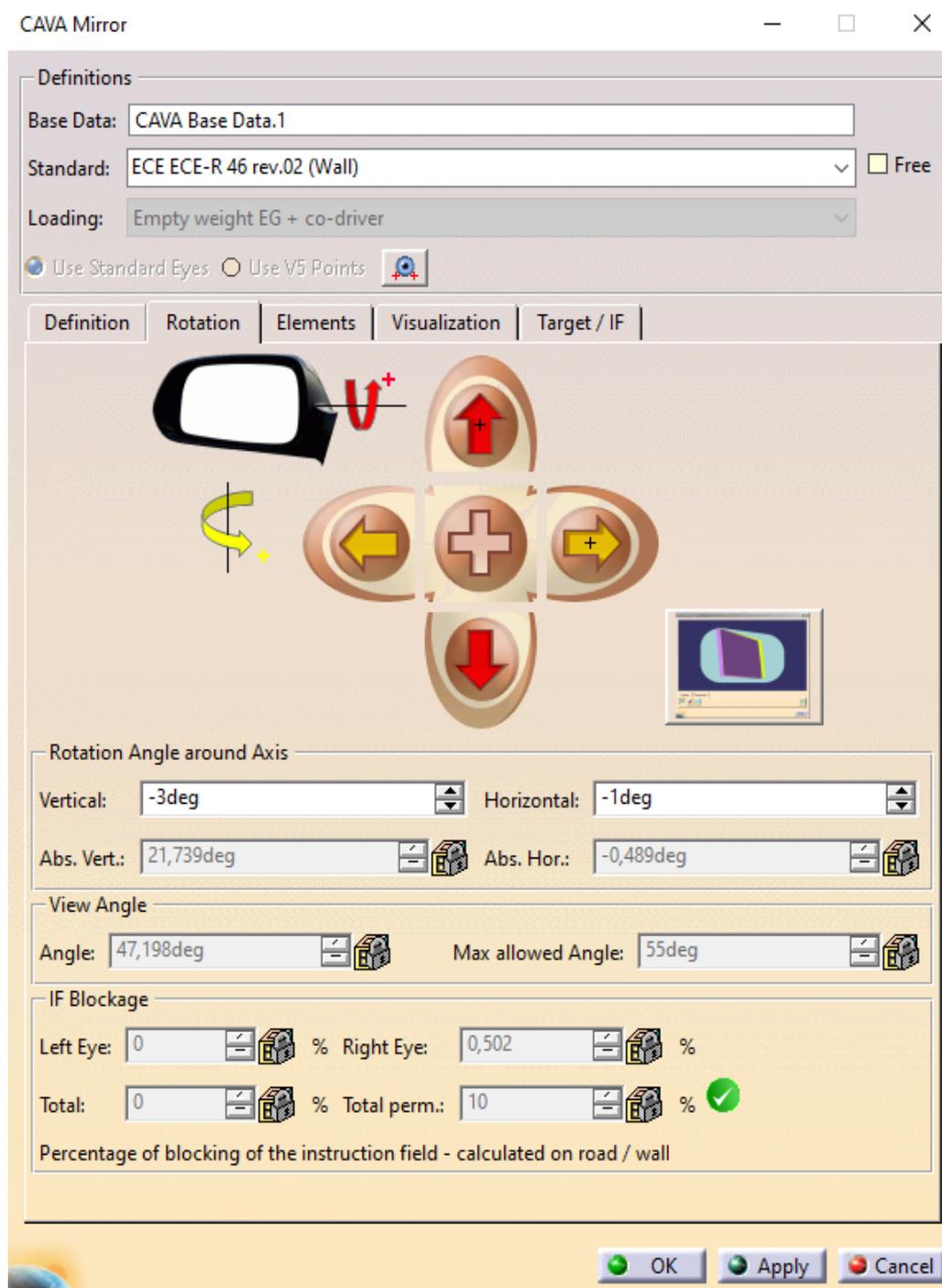
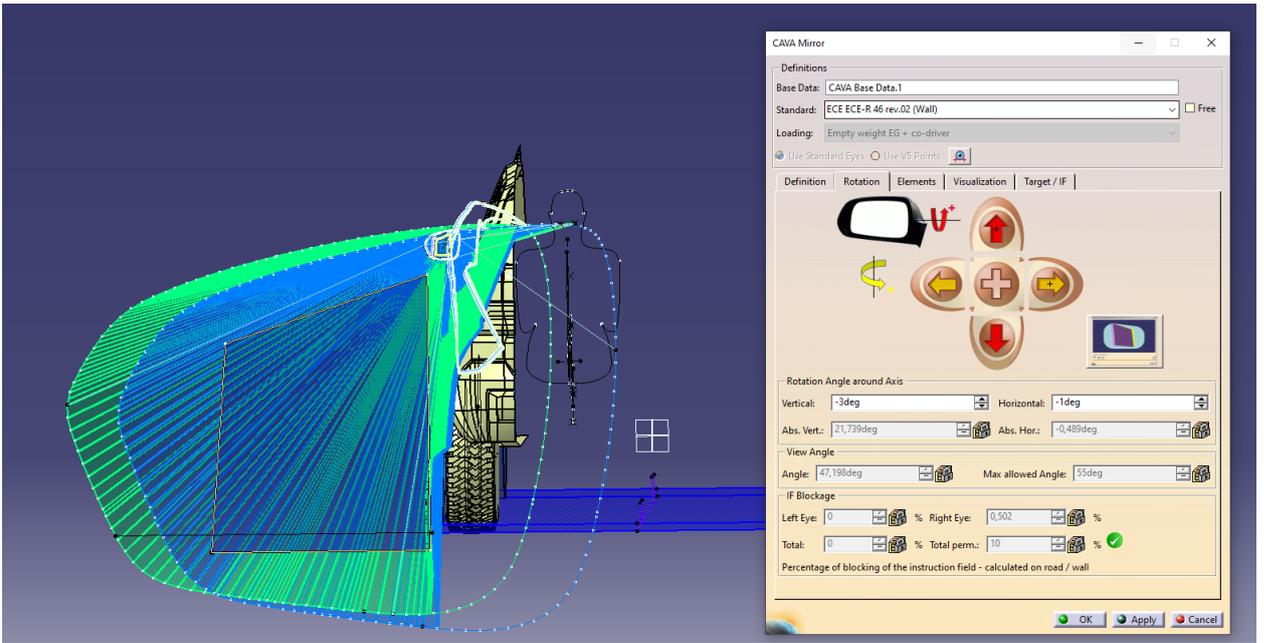
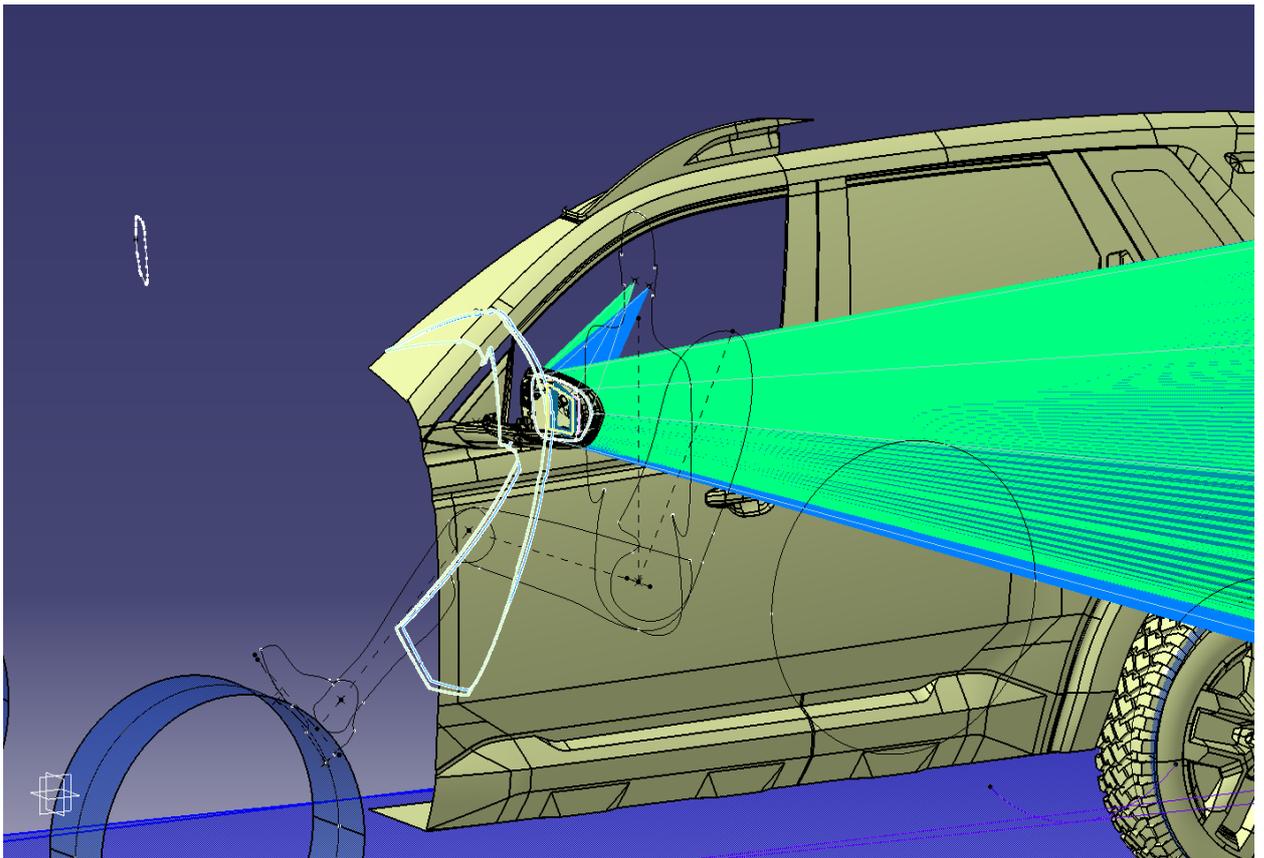


Рисунок 51 – Результат проверки зеркала новой конструкции



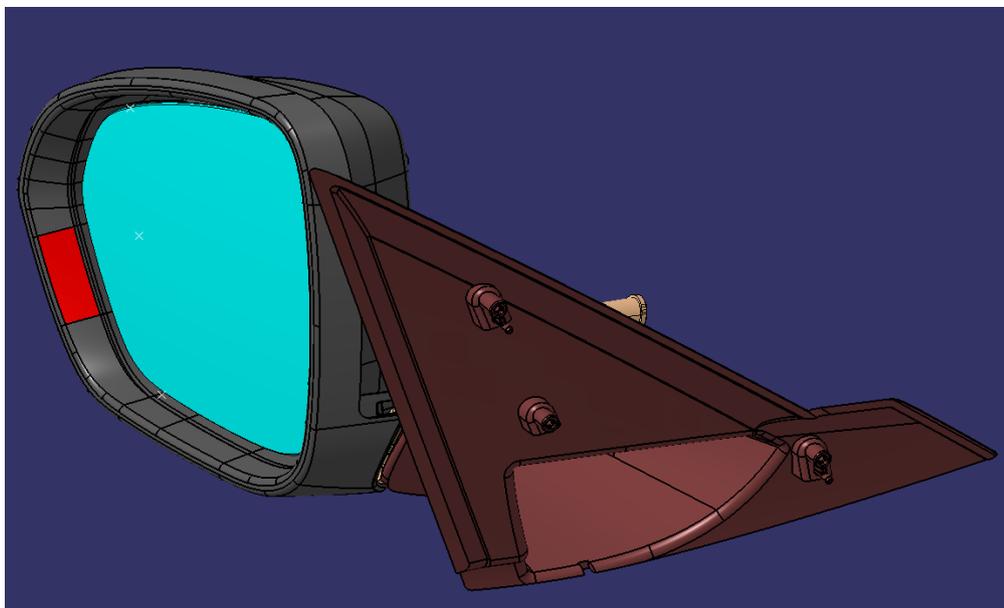
a



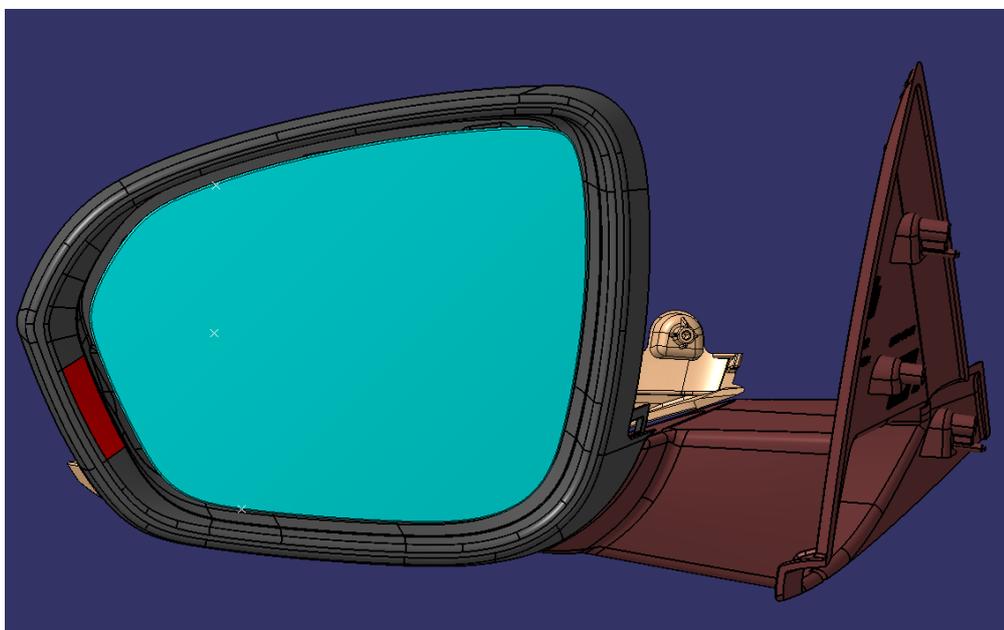
б

Рисунок 52 – Результат проверки обзорности зеркала новой конструкции:  
а – вид сзади; б – вид сбоку

На рисунке 53 представлен общий вид зеркала заднего вида новой конструкции с перенесенным датчиком слепых зон с зеркального элемента на внутреннюю часть корпуса.



а



б

Рисунок 53 – Зеркало новой конструкции с перенесенным датчиком слепых зон: а – вид сбоку; б – вид спереди

В качестве вывода по разделу можно отметить, что предложенная новая конструкция датчика слепых зон полностью удовлетворяет требованиям обзорности. Для доказательства этого было выполнено следующее:

- проанализирована базовая конструкция датчика слепых зон и предложена новая, требующая подтверждения расчетом;
- выполнен расчет, главным показателем которого является процент покрытия для левого и правого глаза, в среднем высчитываемый программой CAVA как 0 %, что в итоге соответствует требованиям обзорности;
- предложено новое место для монтажа датчика слепых зон, а именно внутреннюю часть корпуса зеркала заднего вида, так как этот вариант более оптимальный и визуально удобный для контроля водителем ситуации на дороге при выполнении маневров.

## Заключение

В данной работе был поднят вопрос актуальности оптимизации конструкций зеркал заднего вида в автомобилях, проведен анализ их имеющейся сегодня номенклатуре в мире требования, предъявляемые к исследуемым объектам.

Выявлены цели и задачи исследования.

Для достижения поставленной цели в магистерской диссертации были выполнены следующие задачи:

- проведен анализ технических требований зеркал заднего вида;
- проанализированы требования к датчикам слепых зон;
- выявлены недостатки существующих конструкций систем обнаружения слепых зон;
- выполнен обзор возможностей программного обеспечения САВА, необходимого для проведения расчета на обзорность;
- проведен расчет базовой конструкции зеркала заднего вида, доказывающий невозможность установки на разрабатываемый проект автомобиля базовой конструкции системы обнаружения слепых зон.

Для устранения недостатков базовой конструкции, выявленных после анализа расчета на обзорность, было предложено:

- использовать новую конструкцию датчика слепых зон, предполагающая под собой перенос датчика с зеркального элемента на корпус зеркала заднего вида, что удовлетворяет требованиям обзорности;
- выбрать красный цвет свечения индикатора датчика слепых ввиду того, что оранжевый цвет может ошибочно восприниматься другими участниками движения как указатель поворота, что влечет за собой риск возникновения аварийных ситуаций.

## Список используемой литературы

1. Афанасьев А. М., Марьин В. А. Лабораторный практикум по сопротивлению материалов, 2-е изд., перераб. Главная редакция физико-математической литературы. М. : Наука, 1975. 56 с.
2. Годжаев Н. М. Оптика. М. : Высшая школа, 1977. 52 с.
3. ГОСТ Р 41.46-99. Единообразные предписания, касающиеся официального утверждения зеркал заднего вида и механических транспортных средств в отношении установки на них зеркал заднего вида.
4. ГОСТ Р 58808-2020. Автотранспортные средства. Системы мониторинга слепых зон. Общие технические требования и методы испытаний.
5. Ефремов Б. Д., Боровиков А. В. Применение современных систем противодействия для предупреждения последствий ДТП // ТТПС. 2009. №8.
6. Ильин Р. С., Федотов Г. И., Федин Л. А. Лабораторные оптические приборы. М. : Машиностроение, 1966. 296 с.
7. Ильянков А. И., Марсов Н. Ю., Гутюм Л. В. Метрология, стандартизация и сертификация в машиностроении. Практикум. М. : Академия, 2012. 160 с.
8. Кестельман Н. Я., Кестельман В. Н. Номограммы по расчету и конструированию пластмассовых деталей машин. М. : Машиностроение, 1970. 230 с.
9. Корчикова А. Е., Драч В. Е. Проектирование драйвера светодиодов высокой яркости // Инновационная наука. 2015. №11-2.
10. Крюков А. И., Палагуда К. А. Система предупреждения водителя о нахождении его автомобиля в «Мертвой зоне» // НиКа. 2011. № 1.
11. Ложкин Л. Д., Кузьменко А. А. Анализ систем МКО // Самара. 2017. № 2. с. 2–3.

12. Ломакин В. В., Покровский Ю. Ю., Степанов И. С., Гоманчук О. Г. Безопасность автотранспортных средств: учебник для вузов / Под общ. ред. Ломакина В. В. М. : МГТУ «МАМИ», 2011. 299 с.
13. Макаров Г. В. Уплотнительные устройства. М.: Машиностроение, 1973. 228 с.
14. Марков Н. Н., Осипов В. В., Шабалина М. Б. Нормирование точности в машиностроении. М. : Высшая школа, Академия, 2001. 336 с.
15. Машиностроение. Комплексный терминологический словарь. М. : Азбуковник, 2014. 718 с.
16. Машиностроение. Энциклопедия. Физико-механические свойства. Испытания металлических материалов. Том 2-1. М. : Машиностроение, 2010. 856 с.
17. Международный стандарт ISO 17387-2008. Intelligent transport systems. Lane change decision aid systems (LCDAS). Performance requirements and test procedures.
18. Федосов В. П., Сытенький В. Д. Автомобильная электроника: учебное пособие. Таганрог : Изд-во ТРТУ, 1998. 73 с.
19. Abdullah, Mohamad Syafiq. Modelling of Lane Departure Warning System as Car-Driving Assistance using Android-Based System. 2020. 57-61 p.
20. Bing-Fei Wu, Hao-Yu Huang, Chao-Jung Chen, Ying-Han Chen, Chia-Wei Chang, Yen-Lin Chen. A vision-based blind spot warning system for daytime and nighttime driver assistance // Computers & Electrical Engineering. Volume 39. Issue 3. 2020. 846-862 p.
21. Buick Media [Электронный ресурс]: URL: [https://media.buick.com/media/us/en/buick/news.detail.html/content/Pages/news/us/en/2010/Apr/0407\\_si\\_deblind.html](https://media.buick.com/media/us/en/buick/news.detail.html/content/Pages/news/us/en/2010/Apr/0407_si_deblind.html) (Дата обращения: 21.05.2022).
22. Buick [Электронный ресурс]: URL: <https://www.auto123.com/en/news/side-blind-zone-alert-in-buick-lacrosse/21661> (Дата обращения: 21.05.2022).

23. Ford [Электронный ресурс]: URL: <https://www.ford.com/technology/driver-assist-technology/enhanced-active-park-assist> (Дата обращения: 21.05.2022).

24. Kyoungtaek Choi, Ho Gi Jung. Cut-in vehicle warning system exploiting multiple rotational images of SVM cameras / Expert Systems with Application. 2019. 81-99 p.

25. MERCEDES-BENZ [Электронный ресурс]: URL: <https://www.mercedes-benz.co.id/passengercars/mercedes-benz-cars/models/gle/gle-suv/explore.pi.html/mercedes-benz-cars/models/gle/gle-suv/explore/intelligent-technologies/blind-spot-assistance> (Дата обращения: 21.05.2022).

26. Moonsoo Ra, Ho Gi Jung, Jae Kyu Suhr, Whoi-Yul Kim. Part-based vehicle detection in side-rectilinear images for blind-spot detection / Expert Systems with Applications. 2018, 116-128 p.

27. SAE J2802-2015. Blind Spot Monitoring System (BSMS): Operating Characteristics and User Interface.

28. VOLVO [Электронный ресурс]: URL: <https://www.volvocars.com/en-th/support/manuals/s60/2013w46/driver-support/blis/blis-blind-spot-information-system---operation> (Дата обращения: 21.05.2022).

29. Volvo Cars [Электронный ресурс]: URL: <https://www.media.volvocars.com/global/en-gb/media/photos/8152> (Дата обращения: 21.05.2022).

30. Wu Bing-Fei, Kao Chih-Chung, Li Ying-Feng, Tsai Min. A Real-Time Embedded Blind Spot Safety Assistance System / International Journal of Vehicular Technology. 2020. 12-23 p.