

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Оренбургский государственный университет»

Кафедра технической эксплуатации и ремонта автомобилей

А.В. Пузаков

ИССЛЕДОВАНИЕ РАБОТЫ АВТОМОБИЛЬНЫХ ФАР И ИСТОЧНИКОВ СВЕТА

Методические указания

Рекомендовано к изданию редакционно-издательским советом федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Оренбургский государственный университет» для обучающихся по образовательным программам высшего образования по направлению подготовки 23.03.03 Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов и специальности 23.05.01 Наземные транспортно-технологические средства

Оренбург

2018

УДК 629.33(075.8)

ББК 39.33-04я73

П 88

Рецензент – доцент, кандидат технических наук Р.Х. Хасанов

Пузаков, А.В.

П 88

Исследование работы автомобильных фар и источников света: методические указания / А.В. Пузаков; Оренбургский гос. ун-т. – Оренбург: ОГУ, 2018.

Методические указания по выполнению лабораторной работы содержат сведения об устройстве, принципе работы и способах проверки автомобильных фар и источников света.

Методические указания предназначены для обучающихся по образовательным программам высшего образования по направлению подготовки 23.03.03 Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов при изучении дисциплины «Электротехника и электрооборудование транспортных и транспортно-технологических машин и оборудования»; по специальности 23.05.01 Наземные транспортно-технологические средства при изучении дисциплин «Электрооборудование автомобилей и тракторов» и «Электротехника и электрооборудование автомобилей».

УДК 629.33(075.8)

ББК 39.33-04я73

© Пузаков А.В., 2018

© ОГУ, 2018

Содержание

Введение.....	4
1 Цель работы.....	5
2 Содержание работы.....	5
3 Оборудование.....	5
4 Краткие теоретические сведения.....	6
4.1 Фары автомобиля.....	7
4.2 Источники света.....	12
4.3 Конструкция фар головного света.....	19
4.4 Коррекция света фар.....	22
4.5 Адаптивные системы освещения.....	27
5 Порядок выполнения работы.....	33
5.1 Устройство и принцип работы лабораторного стенда.....	33
5.2 Оценка технического состояния фар головного освещения.....	36
5.3 Измерение уровня освещенности.....	37
6 Контрольные вопросы.....	43
Список использованных источников.....	46
Приложение А.....	47

Введение

Лабораторные работы по электрооборудованию автомобилей выполняются в специализированной лаборатории в соответствии с учебным планом и рабочей программой дисциплины «Электротехника и электрооборудование транспортных и транспортно-технологических машин и оборудования».

Лабораторная работа «Исследование работы автомобильных фар и источников света» содержит сведения об устройстве, принципе работы и способах проверки автомобильных фар и источников света.

Лабораторный практикум содержит порядок проведения основных процедур, позволяющих оценить изменение освещенности галогенных, газоразрядных и светодиодных источников света при работе адаптивной системы регулировки света фар.

Контрольные вопросы позволяют оценить, как степень подготовленности студентов к проведению лабораторной работы, так и общий уровень знаний по данному разделу курса.

Использование бланков, приведенных в приложении, позволяет снизить время на подготовку и оформление отчета по лабораторной работе.

1 Цель работы

1. Приобрести практические навыки оценки технического состояния автомобильных фар и источников света.
2. Оценить изменение освещенности галогенных, газоразрядных и светодиодных источников света при работе адаптивной системы регулировки света фар.
3. На основании анализа полученных данных сделать вывод о соответствии освещенности нормативным требованиям и пригодности источников света к эксплуатации на дорогах общего пользования.

2 Содержание работы

Внешний осмотр фары, измерение сопротивления ламп, измерение уровня освещенности галогенных (штатных) ламп, измерение уровня освещенности газоразрядных ламп, измерение уровня освещенности светодиодных ламп, измерение уровня освещенности при работе адаптивной системы регулировки света фар, заключение о соответствии освещенности различных источников света нормативным требованиям, составление отчета.

3 Оборудование

Исследуемая фара головного света, галогенные, газоразрядные и светодиодные источники света, стенд для исследования работы фар и источников света, лабораторный блок питания; цифровой мультиметр M890G, люксметр Testo 540.

4 Краткие теоретические сведения

Совокупность приборов освещения и сигнальных устройств, расположенных снаружи и внутри автомобиля, называется системой освещения.

Система освещения выполняет следующие функции:

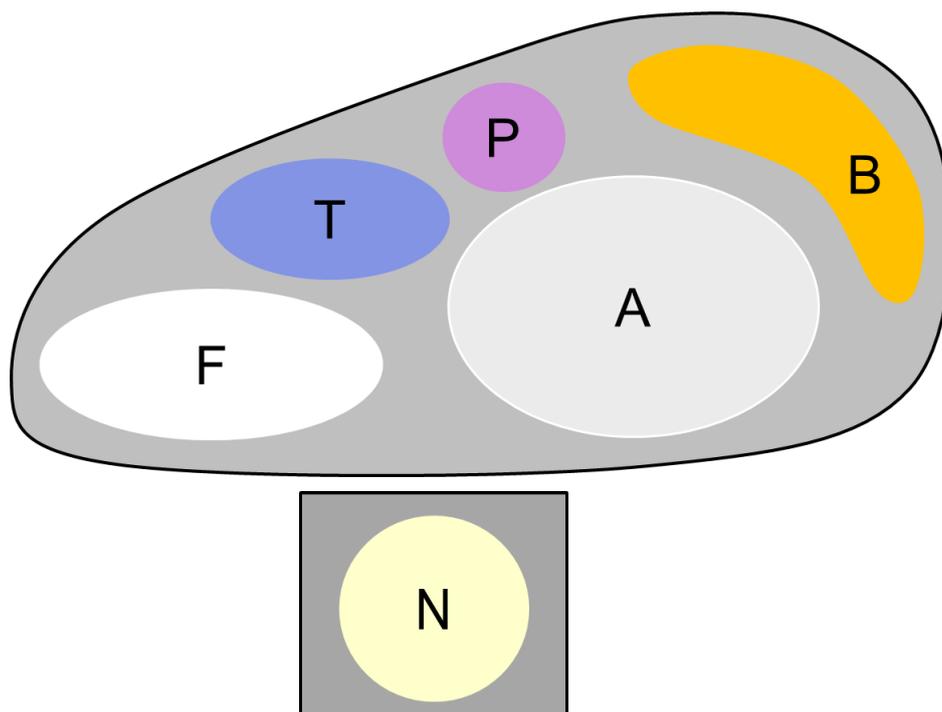
- освещение дорожного полотна, обочины и расположенных на них объектов в условиях ограниченной видимости;
- предоставление информации другим участникам движения о наличии на дороге транспортного средства, его размерах, характере движения, совершаемых манёврах, а также принадлежности;
- освещение салона автомобиля, а также других его частей (багажного отсека, подкапотного пространства и др.) в темное время суток.

Система освещения автомобиля должна обеспечить:

- максимальный КПД источника света,
- определенное распределение светового потока в пространстве и освещённость дороги,
- необходимую дальность видимости предметов,
- исключение ослепления встречных водителей,
- комфортность восприятия и точность информации о манёврах автомобиля;
- не увеличивать аэродинамическое сопротивление автомобиля;
- принимать участие в формировании законченного облика автомобиля.

4.1 Фары автомобиля

К головным фарам и другим световым приборам передней части автомобиля относятся (см. рисунок 4.1): фары ближнего света; фары дальнего света; противотуманные фары; указатели поворота; габаритные огни; дневные ходовые огни.



A – фара ближнего света; F – фара дальнего света; T – дневные ходовые огни; P – габаритные огни; B – указатель поворота; N – противотуманная фара.

Рисунок 4.1 – Головная светотехника автомобиля

Указатели поворота

Указатель поворота – световой мигающий сигнал, информирующий других участников движения о намерении совершить маневр (поворот, разворот, смену полосы движения). Включение указателей поворота со всех сторон означает аварийную остановку.

Контроль за работой указателей поворотов осуществляется электрическим способом. Требуется установка индикатора внутри

автомобиля, Лампа индикатора указателя поворота приборного щитка может быть любого цвета.

Частота мигания равна 90 ± 30 циклам в минуту с периодом относительного освещения 30 – 80 %. После включения сигнала излучение света должно происходить не позже, чем через 1,5 с. Все лампы указателей поворота с одной стороны автомобиля должны мигать синхронно.

При выходе из строя одной лампы остальные лампы должны продолжать работать.

В режиме аварийной сигнализации все лампы указателей поворота должны мигать синхронно; они должны работать и при остановке автомобиля. Обязательно использование светового индикатора работы системы.

Передних, боковых и задних ламп указателей поворота должно быть по две (цвет: желтый).

Противотуманные фары

Противотуманные фары (белый свет) предназначены для улучшения освещения проезжей части дороги во время тумана, снегопада, сильного дождя и большой запыленности воздуха. Для этой цели создается световой луч с особенно большим боковым рассеиванием. Он обеспечивает особенно хорошее освещение той стороны дороги, которая находится ближе к автомобилю. Достижимый уровень яркости близких объектов значительно выше. В отличие от обычно темной поверхности дороги далеко впереди автомобиля, этот высокий уровень яркости помогает водителям лучше сориентироваться, несмотря на плохие погодные условия.

Противотуманная фара предназначена для улучшения освещения дорожного полотна и обочины в условиях плохой видимости: дождь, туман, пыль, снег. Противотуманные фары используются попарно, устанавливаются в качестве опции, реже самостоятельно. Могут иметь белый или желтый цвет.

Дневные ходовые огни

Дневные ходовые огни (англ. *Daytime running lights*) – внешние световые приборы, предназначенные для улучшения видимости движущегося транспортного средства спереди в светлое время суток. ГОСТ Р 41.48-2004 определяет режим работы дневных ходовых огней: в случае их установки дневные ходовые огни должны включаться автоматически, когда приведён в положение «включено» орган управления запуском/остановом двигателя. Дневные ходовые огни должны выключаться автоматически, когда включаются головные фары, за исключением тех случаев, когда головные фары включаются на короткий промежуток времени для сигнализации участникам движения.

В последние годы в качестве дневных ходовых огней стали использовать мощные светоизлучающие диоды белого цвета свечения. Использование светодиодных излучателей имеет преимущества в плане экономии топлива и удобства размещения на автомобиле, а также даёт широкие возможности их использования как элементов дизайна.

Габаритные огни

Габаритные огни (парковочные огни) – это осветительные приборы, расположенные по бокам, на передней и задней частях автомобиля. Основное их предназначение – обозначение габаритов транспортного средства в условиях плохой видимости. Также их используют в качестве стояночного освещения.

Габаритные огни могут быть в составе блок-фары, а также и в виде отдельного фонаря, имеющего белое свечение. Цвет задних габаритных огней – красный. При маневрировании световая сигнализация предупреждает других водителей о начале движения транспортного средства и о его размерах.

Для высоких транспортных средств (грузовиков, автобусов) обязательно наличие габаритных огней вверху как можно ближе к краям.

Согласно ECE R48, автомобили длиной более 6 м должны иметь желтые боковые габаритные фонари (SML), кроме автомобилей без кузова (только с шасси и кабиной).

Фары ближнего света

Основной свет для движения ночью обеспечивают лампы ближнего света. Схема распределения светового потока типа «вверху темнее, внизу светлее», вытекающая из разграничения света и тени, дает приемлемые визуальные диапазоны для всех условий управления автомобилем. При такой схеме ослепление, которому подвергаются водители встречного транспорта, удерживается в разумных пределах, хотя в то же время одновременно обеспечивается относительно высокая световая отдача в зоне ниже светотеневой линии.

Картина распределения света должна сочетать максимальные визуальные диапазоны с минимальным эффектом ослепления. Эти требования дополняются необходимостью обеспечения зоны освещенности непосредственно впереди автомобиля. Например, фары должны оказывать помощь во время совершения поворота, то есть схема распределения света должна простираться за левые и правые края дорожного покрытия.

Фары ближнего света применяются для освещения части обочины и дорожного полотна ограниченной площади. Световой пучок фар ближнего света распространяется вниз и в противоположную сторону от встречного потока.

Ближний свет может быть представлен отдельной фарой, блок-фарой или дополнительной нитью накала двухнитевой лампы в зависимости от конструкции автомобиля. Создаваемый фарой ближний свет не слепит встречных водителей, благодаря чему включение этих фар используется при разезде автомобилей. С 2010 года требуется использовать ближний свет при движении не только на трассах, но и в городах.

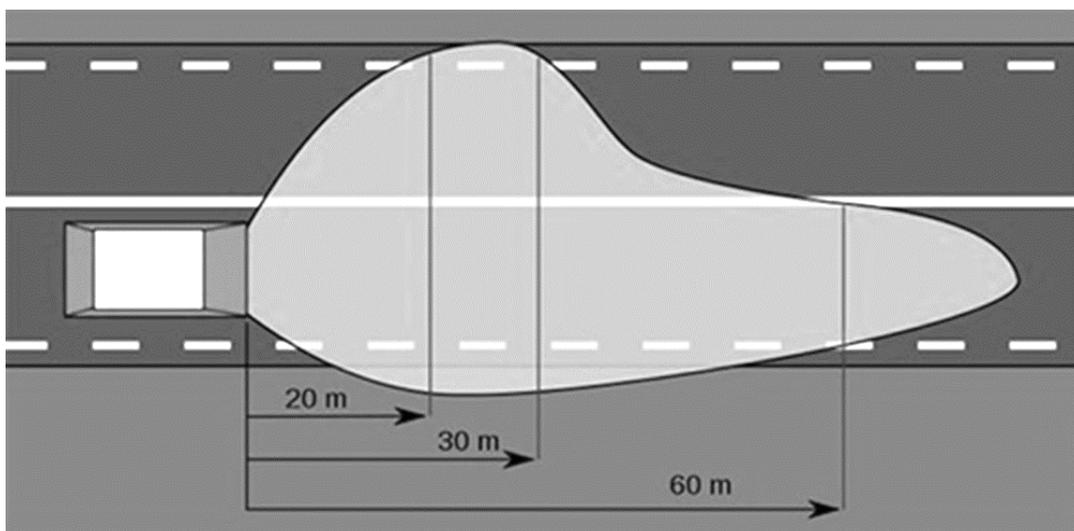


Рисунок 4.2 – Распределение светового потока фары ближнего света

Фары дальнего света

Лампы дальнего света освещают дорогу на максимальную дальность. Это создает большую силу света, в зависимости от расстояния, воздействующую на все предметы в зоне, выделенной для движения транспорта. Поэтому включать дальний свет разрешается только тогда, когда не происходит ослепления встречного транспорта.

Высокая плотность транспортного потока на современных дорогах серьезно ограничивает использование дальнего света. О включении дальнего света сигнализирует контрольная лампа синего цвета.

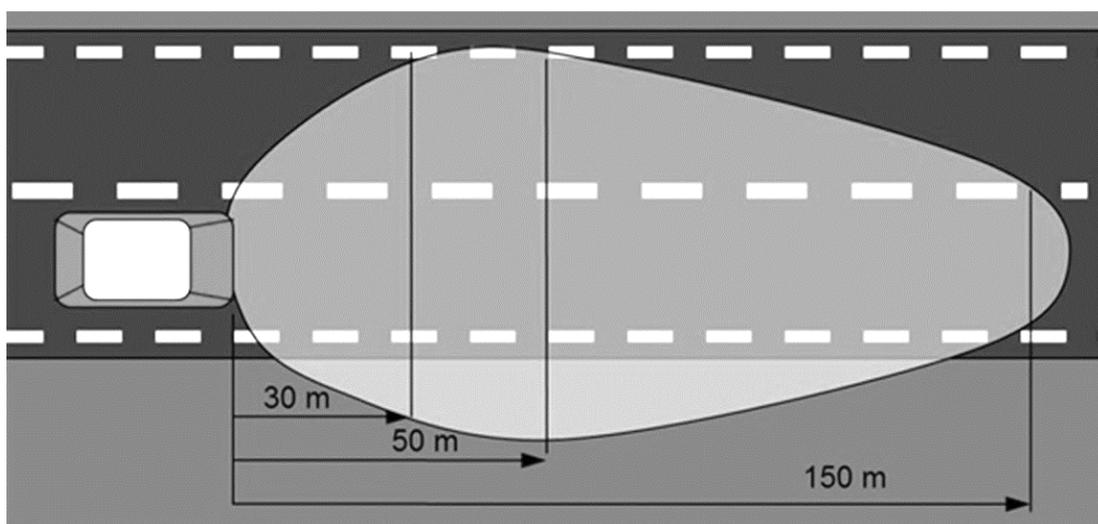


Рисунок 4.3 – Распределения света при включенных фарах дальнего света

4.2 Источники света

Конструкция современных автомобильных ламп представляет собой установленные в стеклянной колбе одно или два тела накала, смонтированные на токоподводящих электродах, соединенных с контактами цоколя. Тело накала изготавливают из вольфрама с присадками окиси кремния, окиси алюминия и др. Электроды выполняют из никеля, а стеклянные детали изготавливают из силикатного стекла. Для получения возможно большей концентрации тела накала вольфрамовую проволоку свивают в спираль и биспираль.

Одним из существенных недостатков ламп накаливания является осаждение на колбе частиц вольфрама, что приводит к увеличению коэффициента поглощения колбы и снижению световой отдачи лампы. При введении в лампу галогенов или некоторых их соединений в ней устанавливается цикл возврата частиц вольфрама с колбы на тело накала, механизм которого следующий.

Если в работающей лампе имеются пары йода и температура колбы $250\text{ }^{\circ}\text{C} < T_k < 1200\text{ }^{\circ}\text{C}$, то пары йода образуют с осевшим на колбе вольфрамом йодистый вольфрам WI_2 , который испаряется и, попадая в область тела накала, разлагается на йод и вольфрам, если температура в этой области выше $1400\text{ }^{\circ}\text{C}$. Пары йода возвращаются к колбе лампы, образуют опять WI_2 , и цикл повторяется. Вольфрам испаряется тем быстрее, чем выше температура участка тела накала.

Так как температура дефектных участков выше, испарение с этих участков происходит интенсивнее, чем с бездефектных. Возвращаясь на тело накала, вольфрам оседает на более холодных его участках, образуя наросты. Таким образом, йодно-вольфрамовый цикл не компенсирует усиленное испарение вольфрама с дефектных участков и не позволяет существенно увеличить срок службы.

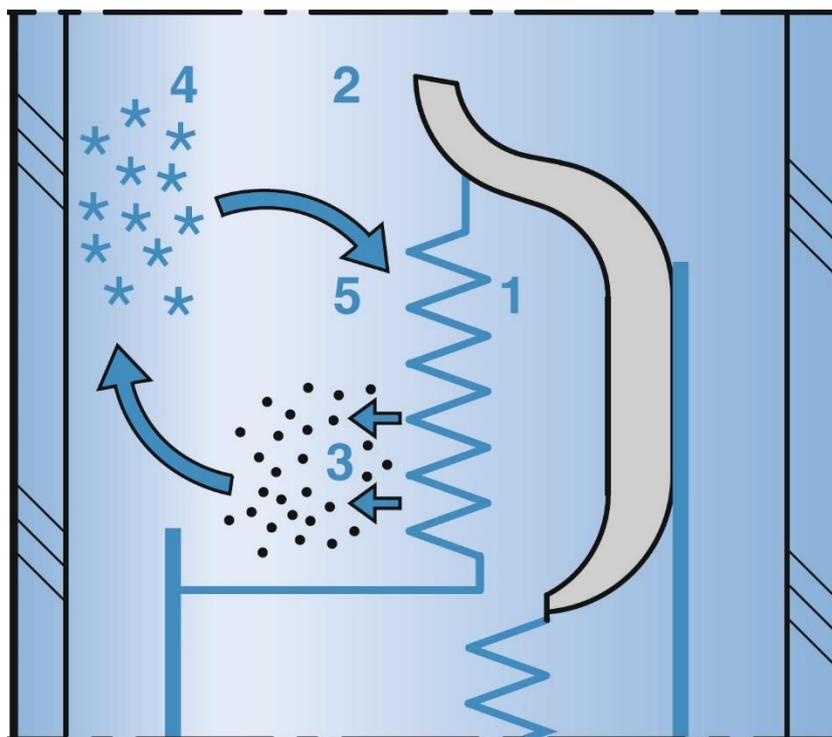
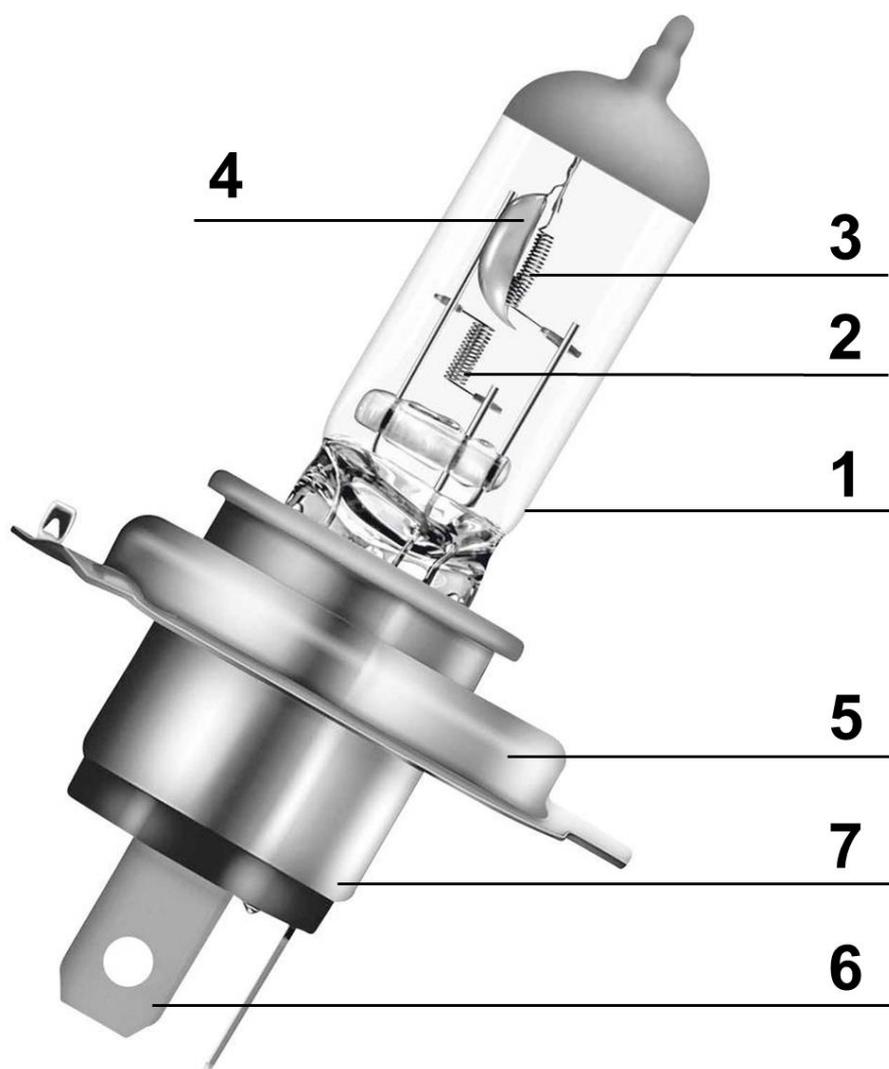


Рисунок 4.4 – Принцип работы галогенного цикла

Кроме йода, для очистки колбы лампы от осевшего вольфрама, применяют другие галогены и их соединения. Особенно эффективными показали себя соединения брома, бромистый метилен CH_2Br_2 и бромистый метил CH_3Br .

Наличие возвратного цикла позволило увеличить рабочую температуру нити до $3000\text{ }^\circ\text{C}$ – $3200\text{ }^\circ\text{C}$, а, следовательно, и ее световую отдачу до 22 – 25 лм/Вт , что в $1,5$ раза выше световой отдачи обычных ламп. Для реализации цикла необходима высокая температура стенок колбы – около 600 – $700\text{ }^\circ\text{C}$, поэтому колба галогенной лампы изготавливается из кварцевого стекла и имеет малые размеры, а спиральная нить накала для обеспечения более равномерного отложения на ней частиц вольфрама должна иметь форму прямого цилиндра.



1 – колба; 2 – нить дальнего света; 3 – нить ближнего света; 4 – экран;
5 – фокусирующий фланец; 6 – выводы; 7 – цоколь.

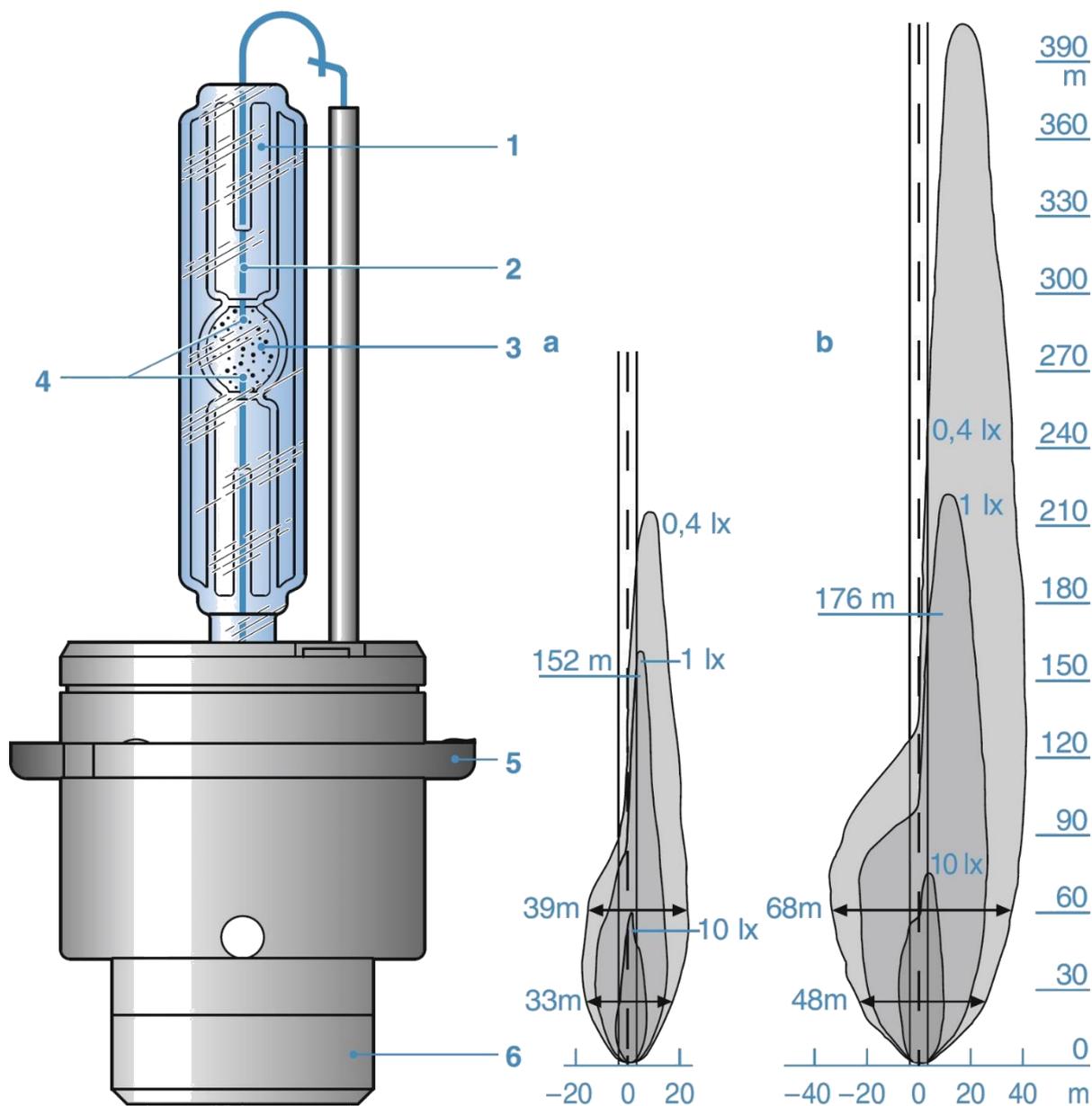
Рисунок 4.5 – Галогенная двухнитевая лампа головного света

Газоразрядные лампы

Газоразрядные лампы (HID, *High Intensity Discharge*) являются электролюминесцентными излучателями и отличаются более высокой световой эффективностью. Возбуждение атомов, испускаемых газом, сопровождается столкновениями, происходящими между электронами и атомами газа. Атомы, возбуждаемые во время этого процесса, отдают свою энергию в виде светового излучения. Газоразрядные лампы отличаются повышенной светоотдачей.

В автомобильных газоразрядных лампах используется ксенон, имеющий высокую световую эффективность.

Для розжига и питания ксеноновой лампы требуется дополнительное оборудование, которое значительно увеличивает стоимость фары. Срок службы газоразрядной лампы достигает 3000 часов.



а – галогенная лампа; б – газоразрядная лампа; 1 – колба ультрафиолетовой лампы; 2 – проходной изолятор; 3 – разрядная камера (горелка); 4 – электроды, 5 – цоколь.

Рисунок 4.6 – Устройство и сравнение освещенности, создаваемой газоразрядной лампой

Дуга газоразрядной лампы в 35 Вт создает световой поток, который по интенсивности вдвое превосходит световой поток галогенной лампы и имеет более высокую цветовую температуру (4200 К), что означает более высокую долю зеленого и синего цветов в спектре, как у солнечного света. Максимальная световая отдача, соответствующая приблизительно 90 лм/Вт, становится доступной, как только кварцевый элемент достигает нормальной рабочей температуры более 900 °С.

Принцип действия газоразрядной лампы

Чтобы зажечь газоразрядную лампу, необходимо последовательно пройти четыре стадии:

1. Воспламенение – импульс высокого напряжения (20 кВ) создает искру между электродами, что вызывает ионизацию промежутка – создается трубчатая дорожка разряда.

2. Мгновенное свечение – ток, текущий по дорожке разряда, возбуждает ксенон, который далее испускает свет в количестве 20 % от максимального значения.

3. Разгон – лампа работает при возрастающей мощности, температура быстро повышается, ртуть и соли металлов испаряются. Давление в лампе увеличивается и происходит смещение спектра от синего цвета к белому.

4. Непрерывный режим – лампа работает при стабилизированной мощности ≈ 35 Вт. Такой режим гарантирует поддержание горения дуги и отсутствие мерцания светового потока.

Светодиодные источники света

Светодиод (LED, *Light-Emitting Diode*) – полупроводниковый прибор, генерирующий свет при пропускании электрического тока.

Маломощные светодиоды используются в качестве сигнализаторов в приборной панели автомобиля. Диоды средней мощности нашли применение в указателях поворота, стоп-сигналах и дневных ходовых огнях.

Мощные светодиоды получили распространение в фарах головного освещения.

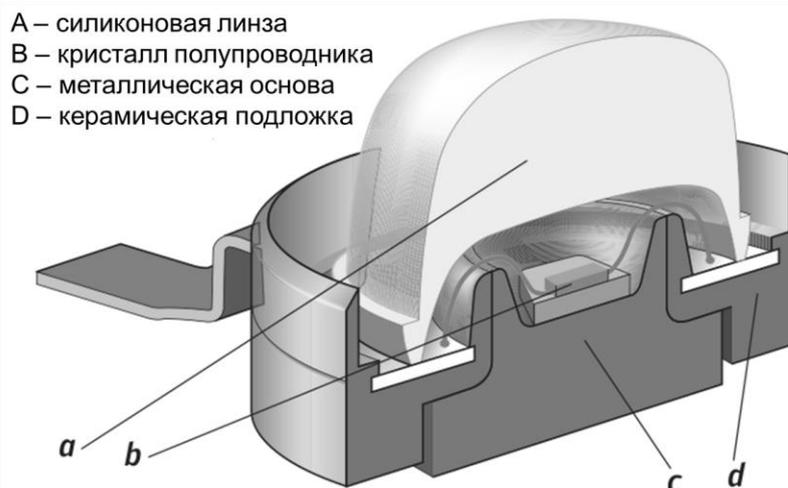


Рисунок 4.7 – Устройство светодиода

Органический светодиод (OLED, *Organic Light-Emitting Diode*) – полупроводниковый прибор, изготовленный из органических соединений, эффективно излучающих свет при прохождении через них электрического тока.

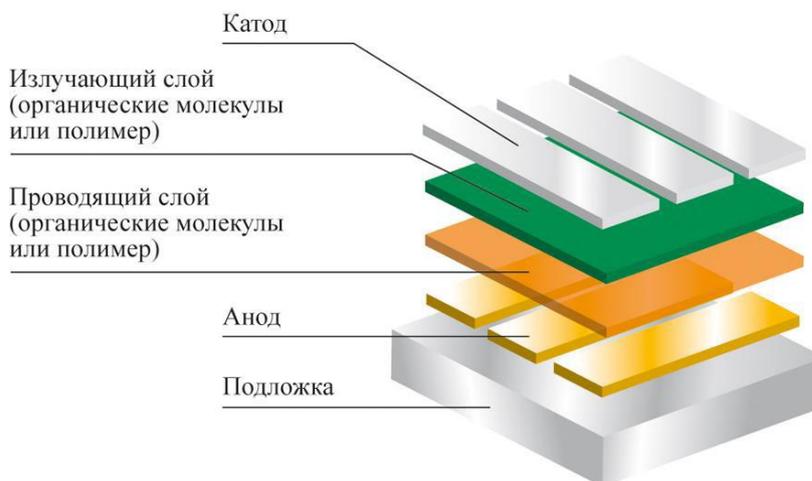


Рисунок 4.8 – Устройство органического светодиода

В качестве материала анода обычно используется оксид индия, легированный оловом. Он прозрачен для видимого света и имеет высокую работу выхода, которая способствует инжекции дырок в полимерный слой.

Лазерный диод — полупроводниковый лазер, построенный на базе диода. Его работа основана на возникновении инверсии населённости в области р-п перехода при инжекции носителей заряда.

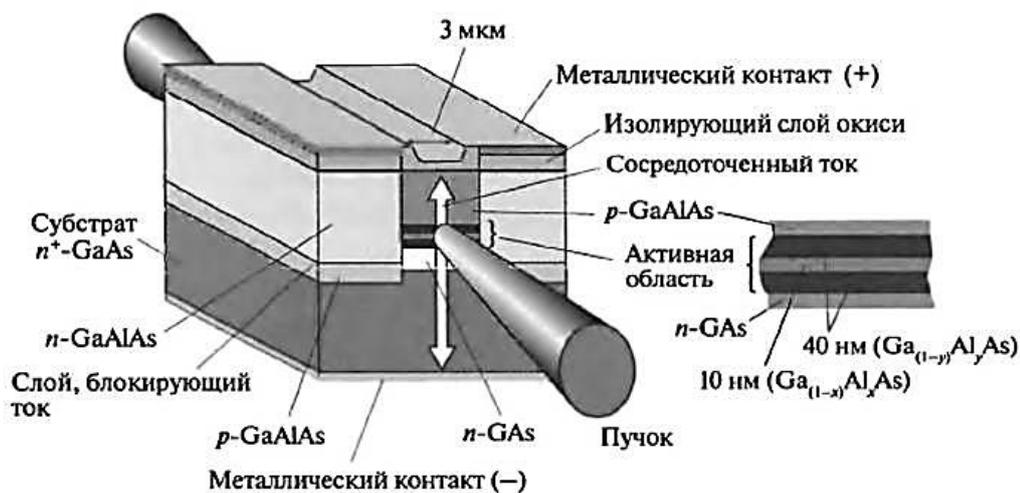


Рисунок 4.9 – Устройство лазерного диода

Благодаря тому, что лазерное излучение монохромно и когерентно (волны имеют одинаковую длину и постоянную разность фаз), оно обеспечивает почти параллельный пучок света с интенсивностью в 1000 раз выше диодного. Таким образом, лазерные диоды производят световой поток 170 люменов на один ватт потребляемой мощности, тогда как обычные светодиоды – 100 люмен.

Чтобы изначально производимый диодами голубоватый луч лазерного света был безопасен для других участников движения, его преобразуют в яркое белое свечение посредством флуоресцентного материала.

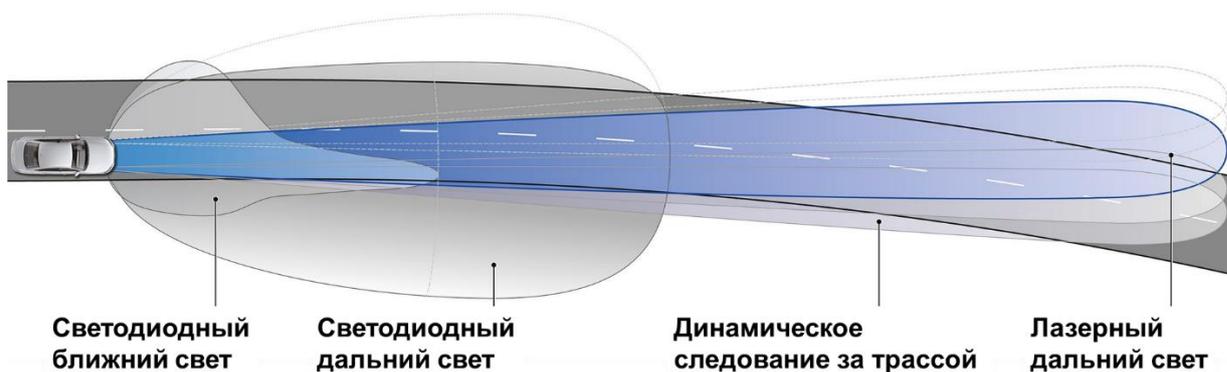


Рисунок 4.10 – Сравнение освещённости, создаваемой светодиодами и лазерными диодами

4.3 Конструкция фар головного света

Фары автомобиля имеют первостепенную задачу оптимально освещать дорожное полотно, чтобы обеспечивать безопасное движение. Фара состоит из источника света, отражателя (рефлектора), рифлёного стекла (рассеивателя света) и корпуса с держателем (креплением). Покровные стекла фар с функцией рассеивания направляют полученный от рефлектора световой поток на дорожное полотно, создавая нужное распределение света. Стекла фар без рассеивающей оптики служат только в качестве защиты от загрязнения и воздействий непогоды. Стекла фар все больше изготавливаются из пластмасс (поликарбонат).

У современных фар распределение света на дороге базируется на двух основных светотехнических технологиях: отражения и оптической проекции. Если системы отражения представляют собой рефлекторы с большой площадью под гладким или оснащённым оптикой стеклом фары, то системы оптической проекции имеют малое световое отверстие фары с характерной линзой.

Параболоидная система

Поверхность рефлектора имеет поверхность параболоида. Это старейшая технология, применяемая для распределения света в фарах. Однако в настоящее время параболические рефлекторы почти не применяются.

Источник света размещается так, что излучаемый вверх свет отражается от рефлектора вниз через оптическую ось на дорогу.

Полезный свет около 27 %.

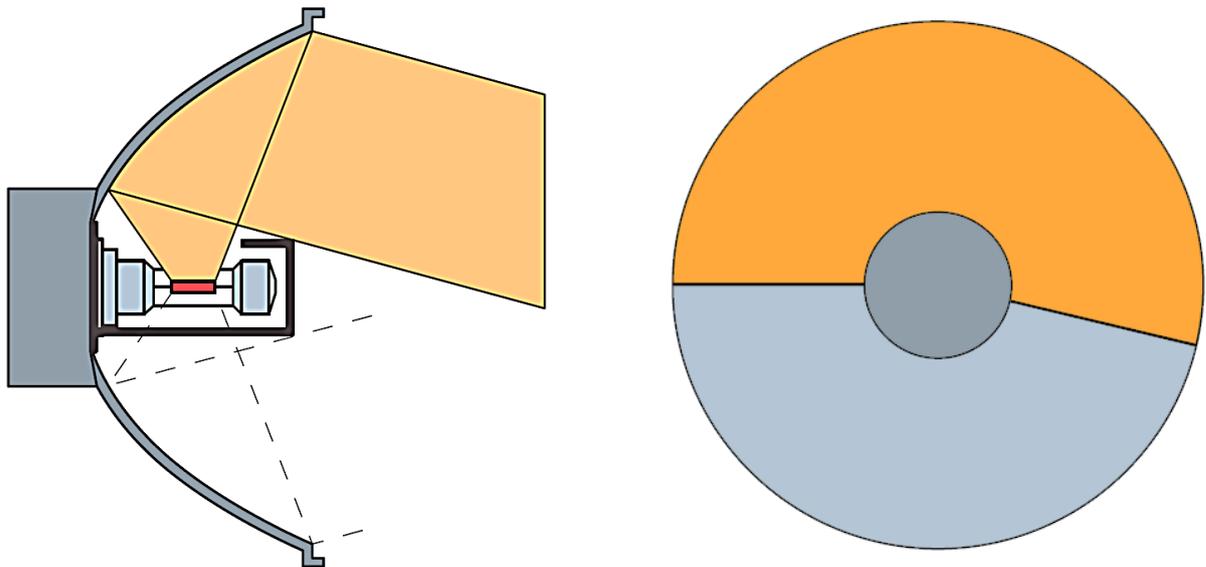
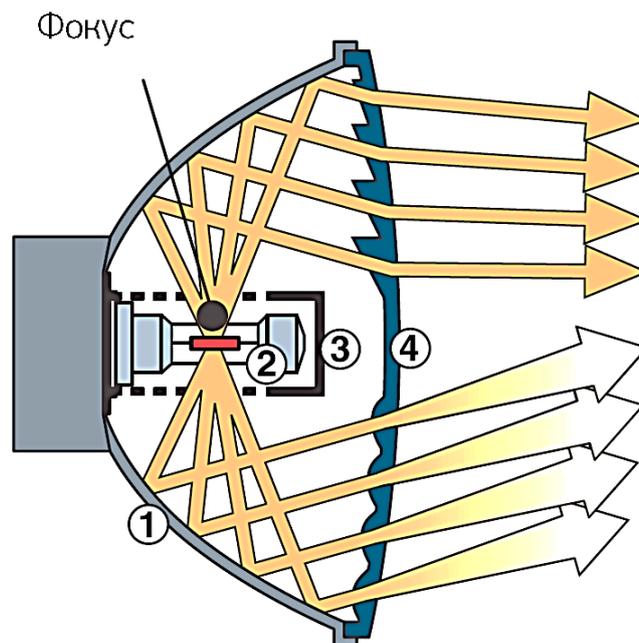


Рисунок 4.11 – Образование ближнего света в параболической системе



1 – рефлектор, 2 – источник света, 3 – экран, 4 – рассеиватель.

Рисунок 4.12 – Образование дальнего света в параболической системе

Система с гладкой поверхностью (Free Form)

Рефлектор разделен на сегменты, которые освещают различные участки дороги и окружающее пространство. Отклонение световых лучей и рассеивание света обеспечиваются непосредственно поверхностями рефлектора. Поэтому возможно применение гладких стекол фар, передающих бриллиантовый оттенок света. Светотеневая граница и освещение правого края дороги создаются горизонтально расположенными сегментами рефлектора.

Благодаря специальному конструктивному исполнению почти все поверхности рефлектора могут использоваться для ближнего света.

Полезный свет около 45 %.

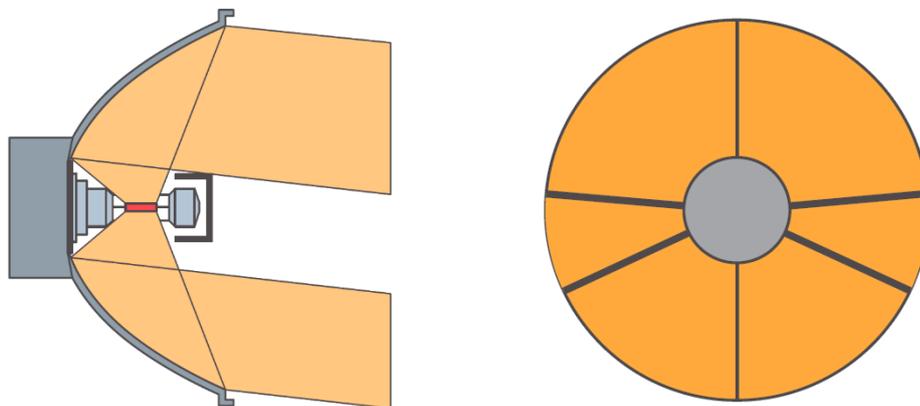
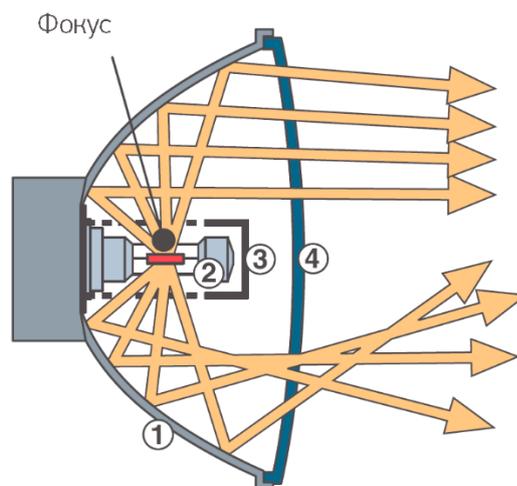


Рисунок 4.13 – Образование ближнего света в системе с гладкой поверхностью



1 – рефлектор, 2 – источник света, 3 – экран, 4 – стекло фары.

Рисунок 4.14 – Образование дальнего света в системе с гладкой поверхностью

Проекторная система (Poly-ellipsoid System)

Рефлектор в виде эллипсоида отражает свет лампы, которая находится в одном из фокусов эллипсоида на второй фокус, который одновременно является фокусом линзы. Линза в свою очередь дальше формирует световой луч, проецируя его на дорожное полотно. Полезный свет около 52 %.

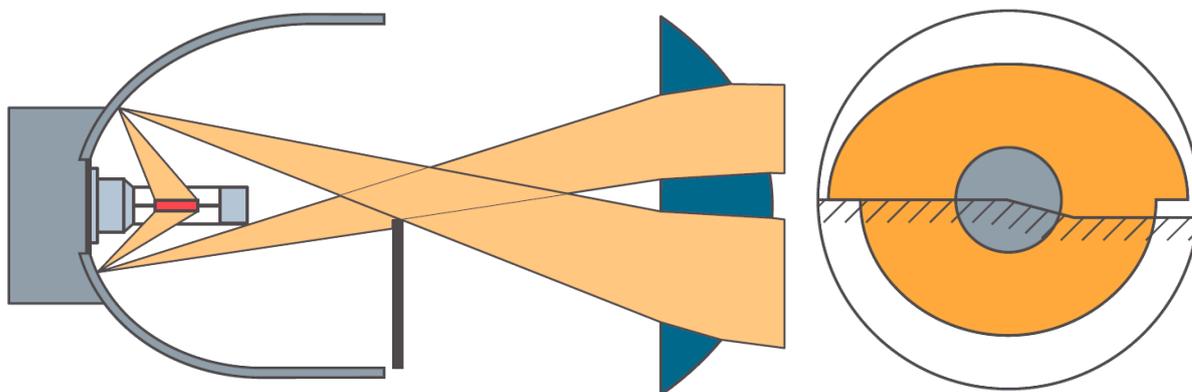


Рисунок 4.15 – Образование ближнего света в проекторной системе

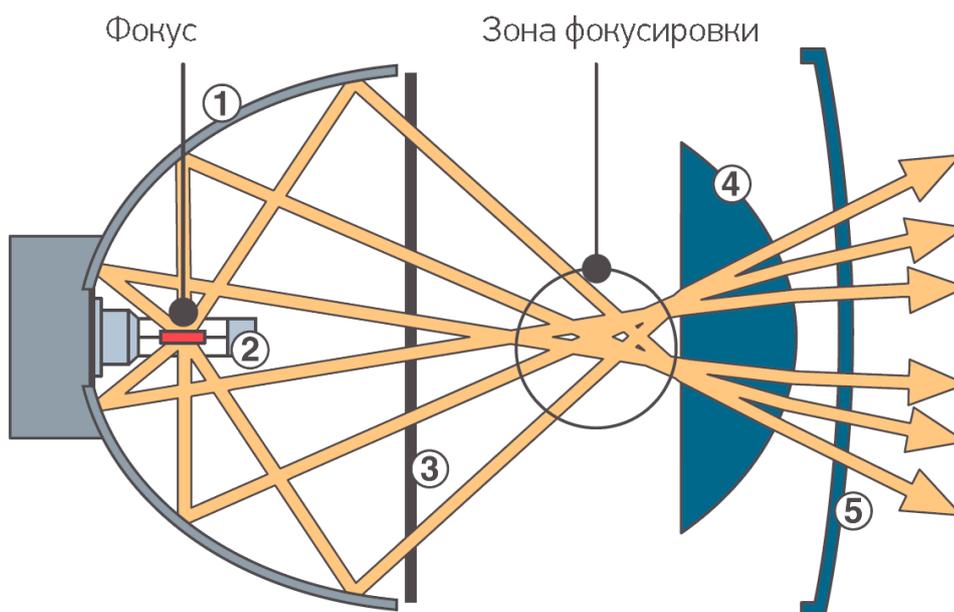


Рисунок 4.16 – Образование дальнего света в проекторной системе

4.4 Коррекция света фар

Правильная регулировка автомобильных фар – важнейший фактор безопасности движения в ночное время как для водителя, так и для тех, кто

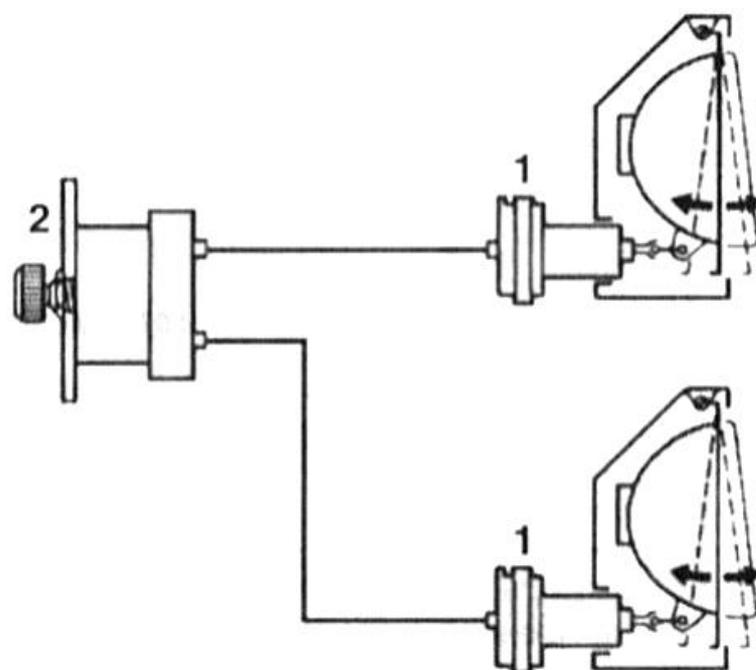
движется ему навстречу. Если луч будет направлен хотя бы чуть-чуть ниже, чем нужно, то произойдет существенное уменьшение геометрической дальности освещения. Если луч будет направлен хотя бы чуть-чуть выше, чем требуется, то водители встречных машин будут гораздо сильнее ощущать ослепление.

Начиная с 1 января 1998 г. в Европе стало обязательным наличие автоматической или ручной вертикальной коррекции фар у всех новых автомобилей, кроме случаев, когда другое оборудование (например, гидравлическая регулировка подвески) гарантирует, что угол наклона светового луча останется в предписанных пределах. Хотя это оборудование не является обязательным в других странах, его использование разрешено.

Система автоматической коррекции фар должна компенсировать состояние нагрузки путем опускания или подъема светового луча в диапазоне от 5 см / 10 м (0,5 %) до 25 см / 10 м (2,5 %).

Ручной корректор фар приводится в действие с места водителя и в базовом варианте должен иметь фиксатор положения; регулировка пучка света также выполняется из этого положения. Устройства с плавным и ступенчатым управлением характеризуются видимой разметкой в зоне ручного переключателя, которая должна соответствовать условиям нагружения автомобиля, для необходимой регулировки вертикального наведения.

Во всех вариантах используется регулирующий механизм для вертикальной регулировки отражателя фары (конструкция корпуса). Приборы ручного управления имеют переключатель, приводимый в действие водителем, в то время как автоматические регуляторы получают сведения от датчиков расположения оси и степени сжатия подвески, после чего передают соответствующие сигналы к средствам регулирования.



1 – механизм регулировки, 2 – ручной орган управления.

Рисунок 4.17 – Ручная вертикальная коррекция света фар

Гидромеханические системы работают по принципу перетекания жидкости по соединительным шлангам между ручным переключателем (или датчиком уровня) и элементами регулирования. Степень регулировки соответствует количеству перетекающей жидкости.

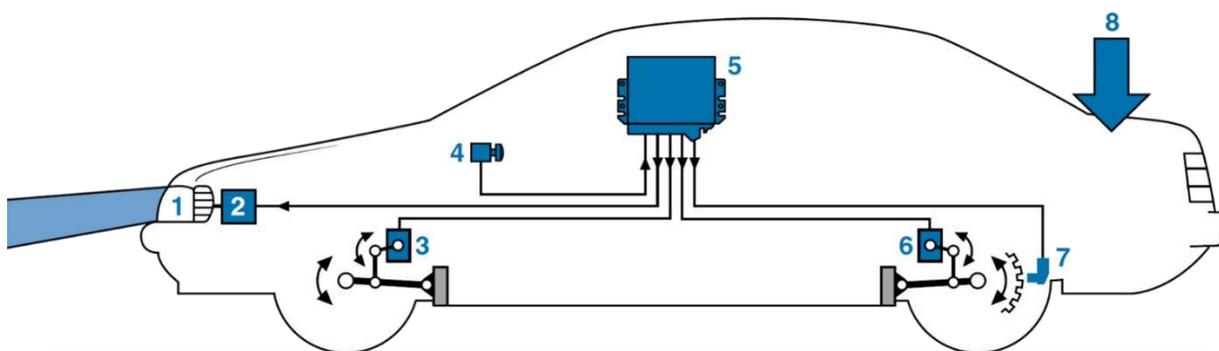
У вакуумных систем ручной переключатель (или датчик уровня) регулирует вакуум от впускного трубопровода и передает его к устройствам регулировки, таким образом, получается переменная степень регулировки.

Автоматическое управление коррекции света фар выполняется статическими и динамическими системами.

Статические системы компенсируют полезную нагрузку в пассажирских и багажных отделениях, а динамические системы также корректируют положение фар во время ускорения, ускорения и торможения.

Компоненты автоматической системы коррекции света фар включают в себя (рисунок 4.18):

- датчики на осях транспортного средства, которые определяют угол наклона кузова.
- электронный блок управления, который вычисляет угол тангажа транспортного средства по сигналам датчиков и сравнивает его с заданным значением. В случае отклонения на сервомоторы поступают соответствующие управляющие сигналы.
- серводвигатели, корректирующие положение светового луча фар головного освещения.



1 – фара головного освещения; 2 – серводвигатель коррекции света фар; 3 – датчик положения кузова передний; 4 – переключатель; 5 – электронный блок управления; 6 – датчик положения кузова задний; 7 – датчик скорости автомобиля; 8 – загрузка транспортного средства.

Рисунок 4.14 – Автоматическая вертикальная коррекция света фар

Статическая система

В дополнение к сигналам датчика положения кузова, блок управления получает сигнал датчика скорости автомобиля. Используя этот сигнал, система определяет, неподвижно ли транспортное средство, перемещается ли оно с постоянной скоростью или с ускорением. Статическая автоматическая система всегда работает с большой инерцией, то есть корректирует свет фар только при значительных изменениях положения луча света.

После каждого запуска автомобиля система выполняет коррекцию света фар в зависимости от полезной нагрузки.

Этот параметр снова проверяется при достижении определенной скорости и при необходимости корректируется. Отклонения между уставкой и фактическим положением компенсируются системой.

Как правило, для статической системы достаточно датчика на задней оси транспортного средства. Используемый сервопривод представляет собой двигатель постоянного тока, воздействующий на фару.

Динамическая система

Динамическая автоматическая система обеспечивает оптимальное положение фар в любой ситуации вождения, поскольку она работает в двух рабочих диапазонах. Из-за дополнительной дифференциации сигнала скорости, в отличие от статической коррекции света фар, также обнаруживаются процессы ускорения и торможения.

При постоянном движении динамическая, а также статическая система остается в диапазоне высокой инерционности. Если обнаружен процесс ускорения или торможения, система немедленно переключается на динамический диапазон. Ускоренная оценка сигнала и увеличенная скорость регулировки серводвигателя позволяют корректировать свет фар в пределах долей секунды. После ускорения или замедления система автоматически возвращается в медленный диапазон.

Из-за более высоких динамических требований для динамической системы требуется один датчик на ось транспортного средства и быстрые шаговые двигатели для регулировки фар.

Автомобили, оснащенных стереокамерами для оценки обстановки перед транспортным средством, позволяют корректировать свет фар в соответствии с профилем дороги (увеличивать угол света фар при движении на подъем, и уменьшать при спуске) (рисунок 4.15).

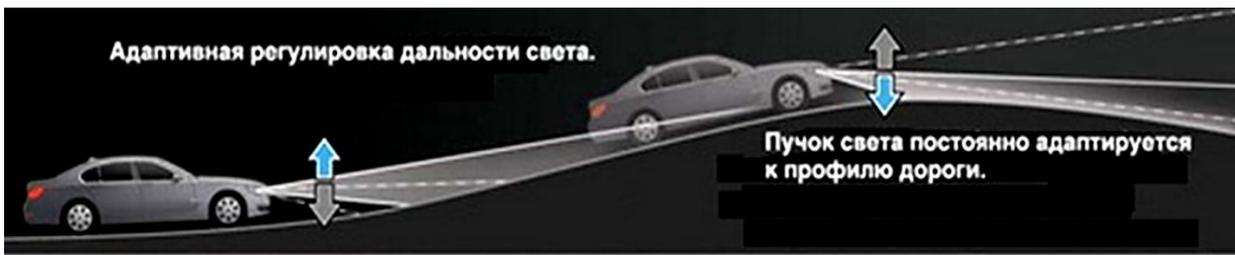


Рисунок 4.15 – Схема работы автоматического корректора

4.5 Адаптивные системы освещения

Для особых ситуаций вождения разработана система адаптивного переднего освещения (AFS, *Adaptive Front lighting System*), обеспечивающая водителю лучшую видимость в каждой ситуации. При разработке системы освещения для скоростных магистралей, особое внимание уделялось улучшению видимости без излишнего ослепления встречного транспорта.



Рисунок 4.16 – Различные режимы адаптивного освещения

Увеличение видимости до 150 м позволяет увеличить время движения до обнаруженного объекта примерно на 2 секунды (сравнение при скорости

100 км/ч с галогенными лампами). Это позволяет водителю лучше оценить критическую ситуацию и намного раньше начать торможение.

В современной системе адаптивного освещения может быть реализовано до шести режимов освещения (функций):

- городской свет;
- свет проселочной дороги;
- автомагистральный свет;
- дальний свет;
- динамическое освещение поворотов;
- свет в неблагоприятных погодных условиях.

Режим городского света реализуется на скорости до 55 км/ч. Он характеризуется небольшой дальностью, горизонтальной светотеневой границей и широким распространением светового луча. В режиме городского света задействуются дополнительные лампы в фарах, позволяющие лучше освещать повороты.



Рисунок 4.17 – Пример режима городского освещения

Свет проселочной дороги применяется вне города на скорости от 55 до 100 км/ч. По своей сути это обычный ближний свет фар, который имеет ассиметричный характер (правая часть освещена лучше, чем левая). При скорости автомобиля свыше 100 км/ч включается режим автомагистрального света. Данный режим освещения представляет собой

ближний свет фар увеличенной дальности, что позволяет безопасно двигаться прямолинейно и в поворотах на высокой скорости.



Рисунок 4.18 – Пример режима автомагистрального света

Режим дальнего света фар работает как обычный дальний свет, но не требует от водителя переключения на ближний свет. В управлении дальним светом реализуется два подхода (способа):

- адаптивная светотеневая граница;
- вертикальная светотеневая граница.



Рисунок 4.19 – Работа адаптивного освещения при встречном разъезде

Первый способ

При обнаружении транспортных средств система регулирует фары так, что световой луч заканчивается до транспортного средства. В работе системы также учитывается рельеф дороги (подъемы, спуски).

Второй способ

При обнаружении транспортных средств система автоматически затеняет обнаруженное транспортное средство и сопровождает его в движении. Самым распространенным режимом адаптивного освещения является динамическое освещение поворотов. В зависимости от угла поворота рулевого колеса и скорости автомобиля модуль фары поворачивается в горизонтальной плоскости на угол до 15°

В случае освещения при плохой погоде особое внимание уделяется улучшению визуального ориентирования на дороге. Освещение становится лучше, особенно освещение зон по бокам дороги.

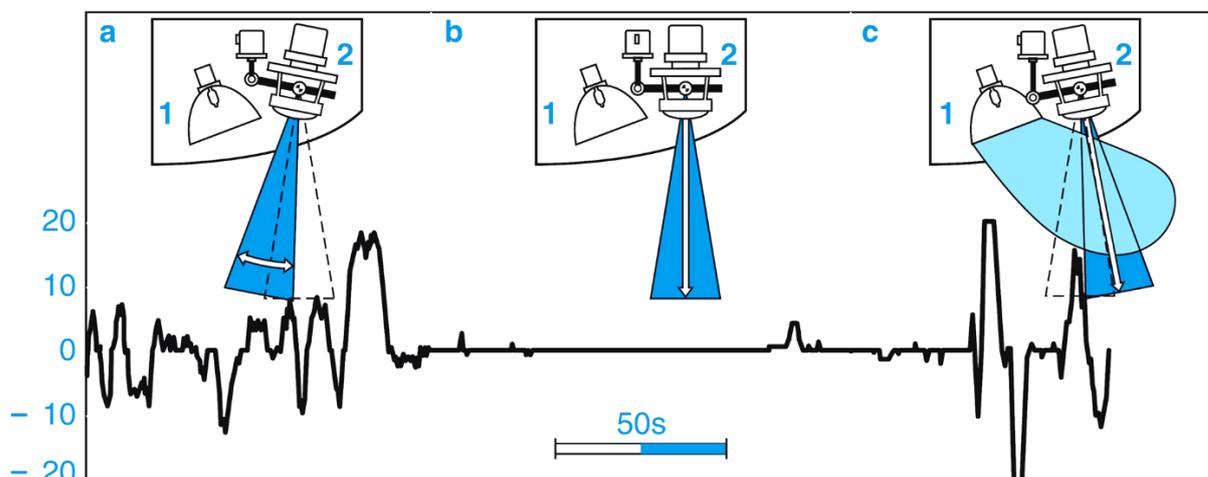
Большинство вариантов освещения при плохой погоде предусматривают поворот левой фары на 8° вбок и одновременно небольшое опускание или активацию статичных фар для освещения поворотов. Это обеспечивает очень широкое освещение дороги и краев дороги.



Рисунок 4.20 – Работа адаптивного освещения при прохождении поворота

Реализация вышеперечисленных режим требует увеличения освещенности в непосредственной близости от транспортного средства. В случае режима городского освещения, это достигается включением при повороте дополнительных статических огней или противотуманных фар, направленных в сторону поворота транспортного средства.

При динамическом освещении поворотов модуль фары вращается в одной или двух плоскостях (рисунок 4.23).



а – режим динамического освещения поворотов; б – автомагистральный свет; с – режим городского света; 1 – модуль статического освещения; 2 – фара головного освещения.

Рисунок 4.21 – Изменение освещенности в горизонтальной плоскости

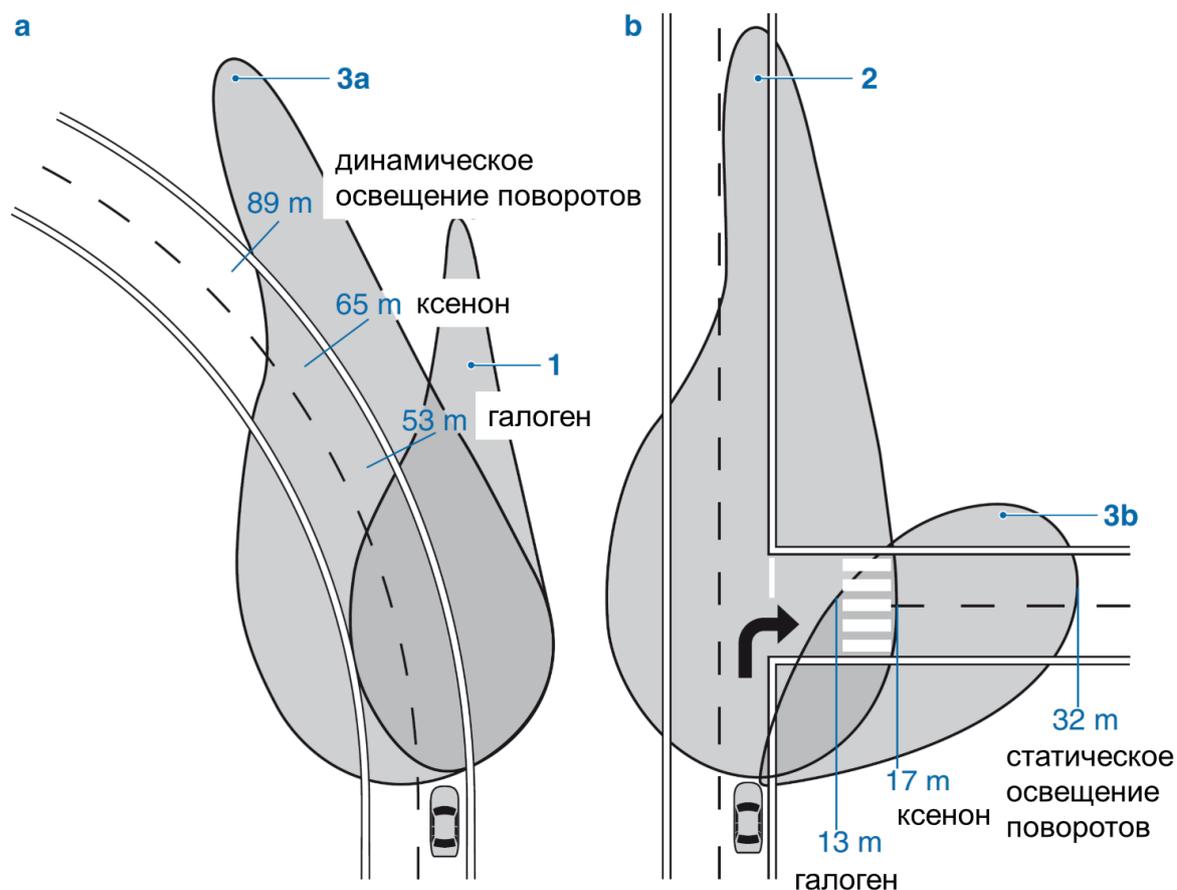
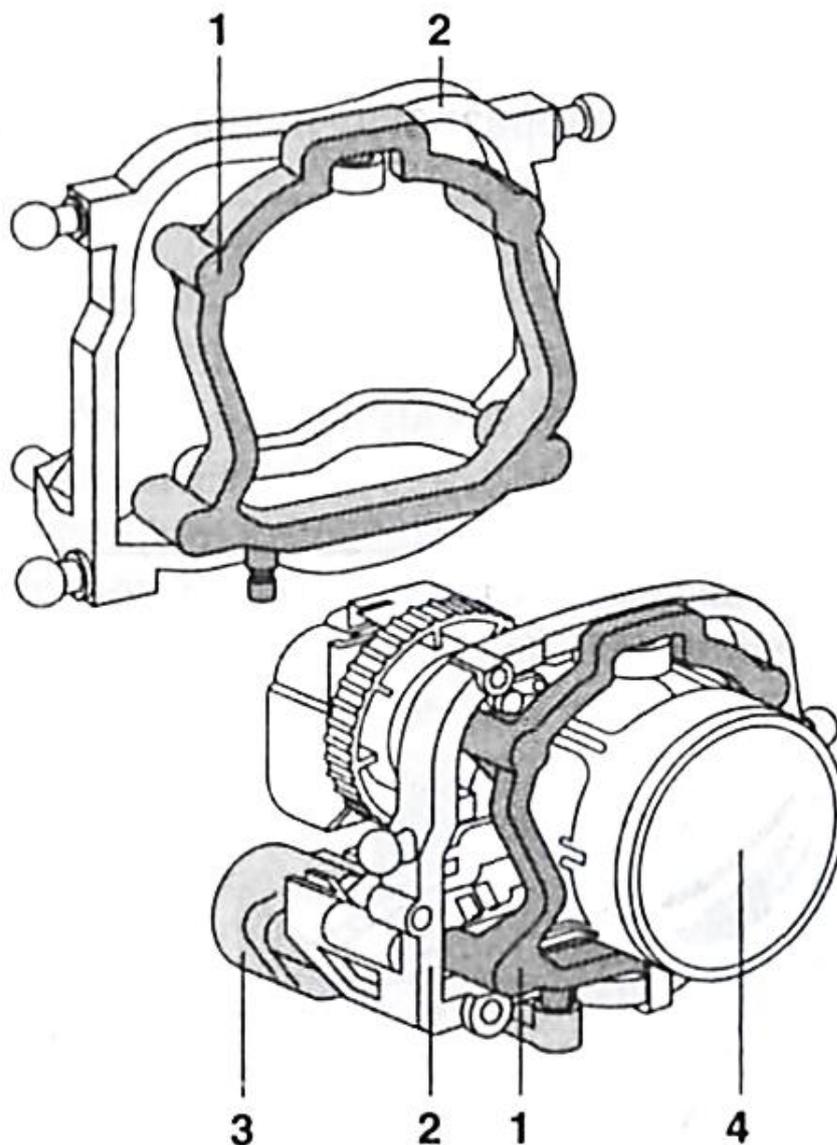


Рисунок 4.22 – Улучшение видимости с адаптивным распределением света поворотных фар

На рисунке 4.22 введены следующие обозначения: а – левый поворот, динамические поворотные фары; б – правый поворот, статичные поворотные фары; 1 – галогенные фары; 2 – ксеноновые фары; 3а – адаптивное распределение света динамических поворотных фар; 3б – адаптивное распределение света статичных поворотных фар.



1 – опорная рама; 2 – монтажная рама; 3 – привод для вращения по горизонтали; 4 – биксеноновая фара.

Рисунок 4.23 – Модули поворотных фар

5 Порядок выполнения работы

5.1 Устройство и принцип работы лабораторного стенда

Разработанный стенд состоит из двух частей связанных между собой электрическим кабелем: блок управления и штатив с закрепленной на нем фарой головного освещения.

Блок управления стенда (рисунок 5.1) включает в себя: корпус блока управления; лицевую панель блока; модуль управления светотехникой (МУС); переключатель режимов ближнего света; выключатель галогенной лампы; выключатель лампы указателя поворотов; переключатель вертикальной коррекции положения фары; переключатель горизонтальной коррекции положения фары; индикаторы положения фары в вертикальной и горизонтальной плоскости; цифровой вольтамперметр и общий выключатель.

Стенд (рисунок 5.2) состоит из штатива и прикрепленной к нему через адаптер фары импортного производства от легкового автомобиля RENAULT SYMBOL; линзы с установленной в ней газоразрядной лампой DS1; блока розжига; галогенной лампы H7; лампы указателя поворотов PY21W; моторедуктора вертикальной коррекции положения фары и моторедуктора горизонтальной коррекции положения фары.

Управляющим узлом данной системы является модуль управления светотехникой, предназначенный для коммутации электрических цепей управления наружным освещением, передними и задними противотуманными огнями, регулирования уровня освещения органов управления и приборов, управления углом наклона светового луча автомобильных фар. Рукояткой устанавливается режим освещения: в положении «0» – фары автомобиля выключены; «1» – включается габаритный свет; «2» – включается ближний свет.

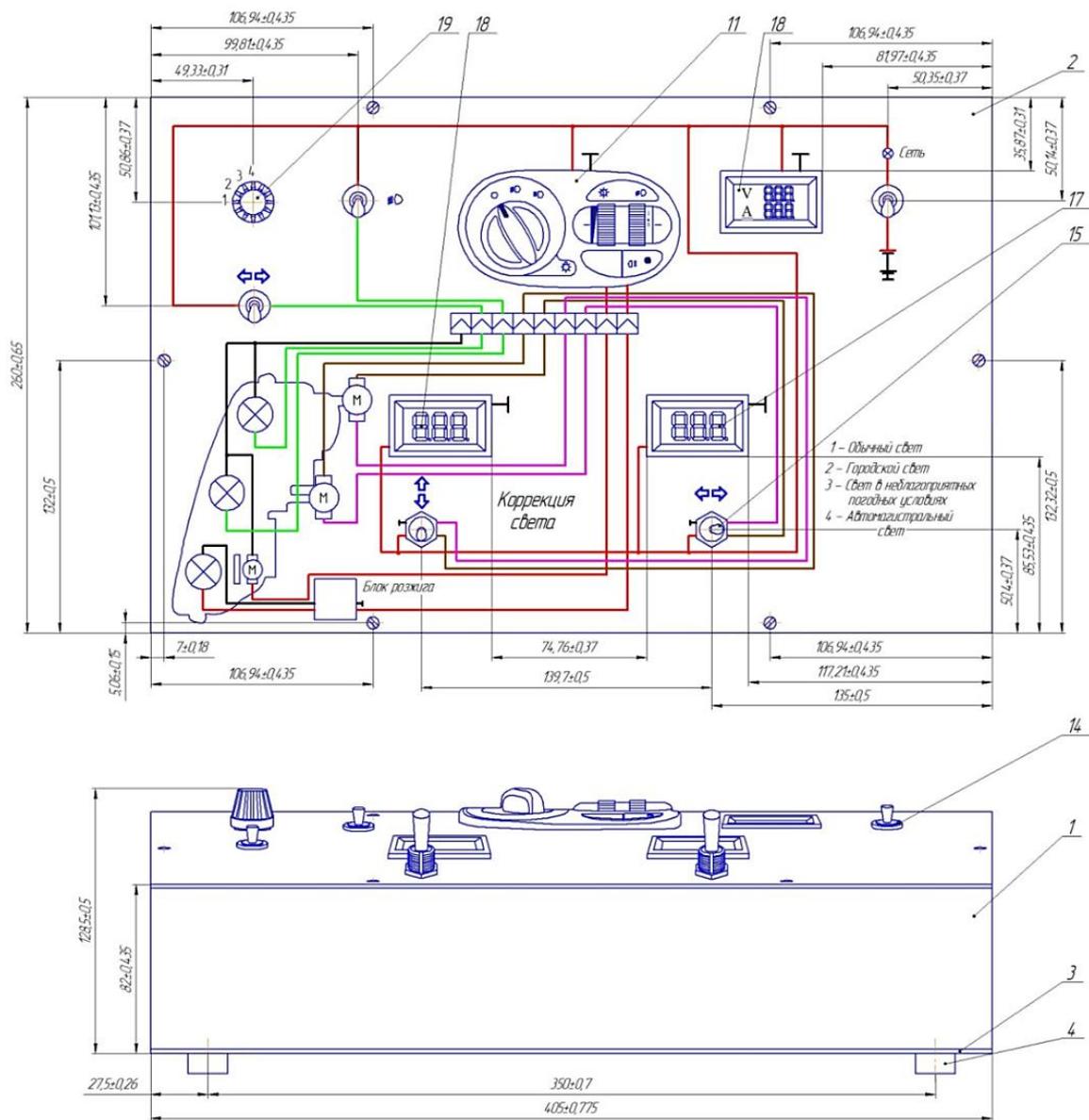


Рисунок 5.1 – Общий вид блока управления стендом

Положение в вертикальной и горизонтальной плоскости регулируется с помощью моторредукторов, изменение положения фары можно изменять автоматически путем переключения режимов и вручную.

Для работы в автоматическом режиме служит переключатель режимов работы ближнего света. При переключении режима свет автомобиля автоматически меняет свое положение относительно горизонтальной и вертикальной плоскости. Переключателем можно устанавливать следующие режимы работы: «1» – основной свет; «2» –

городской свет; «3» – противотуманный свет; «4» – автомагистральный свет.

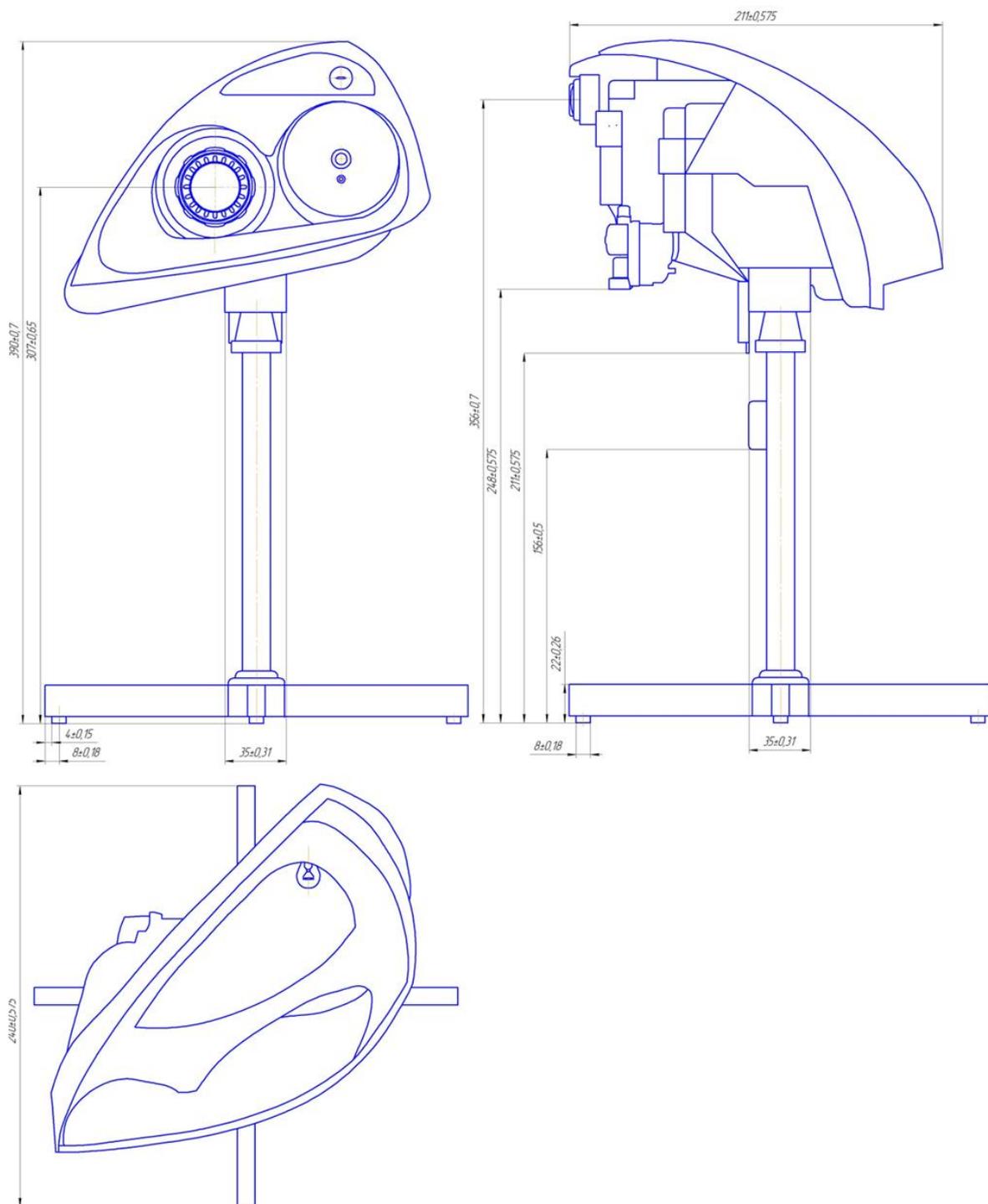


Рисунок 5.2 – Общий вид станда

Для ручного управления горизонтальным и вертикальным положением фары на блоке станда установлены два трехпозиционных не фиксируемых тумблера

Для снятия показаний положения фары используются цифровые индикаторы, которые показывают вертикальное и горизонтальное положение фары в плоскости.

5.2 Оценка технического состояния фар головного освещения

Определить тип, назначение и основные характеристики фары головного освещения, результаты занести в таблицу 5.1. Для измерения сопротивления нитей накаливания в холодном состоянии использовать мультиметр

Таблица 5.1 – Характеристика фары головного освещения

Параметры	Габаритный огонь	Фара ближнего света	Фара дальнего света	Указатель поворота
Маркировка фары				
Маркировка лампы				
Тип цоколя				
Мощность, Вт				
Сопротивление, Ом				

Оценить техническое состояние корпуса фары. Для чего:

- провести визуальный контроль корпуса и соединительных проводов фары;
- осмотреть лампу фары и проверить, нет ли нагара на ее контактах.

Оценить техническое состояние оптического элемента. Для чего:

- проверить целостность стекла, отсутствие трещин и сколов;
- проверить в местах крепления отсутствие заусенцев и надломов.

Оценить техническое состояние лампы фары. Для чего:

- визуально проверить целостность нити накаливания;
- проверить работоспособность лампы, для чего протестировать с помощью омметра нить накаливания на обрыв;
- проверить замыкание цоколя лампы на корпус. Для этого измерить омметром сопротивление между цоколем и корпусом – оно должно быть не менее 10 кОм.

В случае исправного состояния ламп и фары в целом провести измерение уровня освещенности.

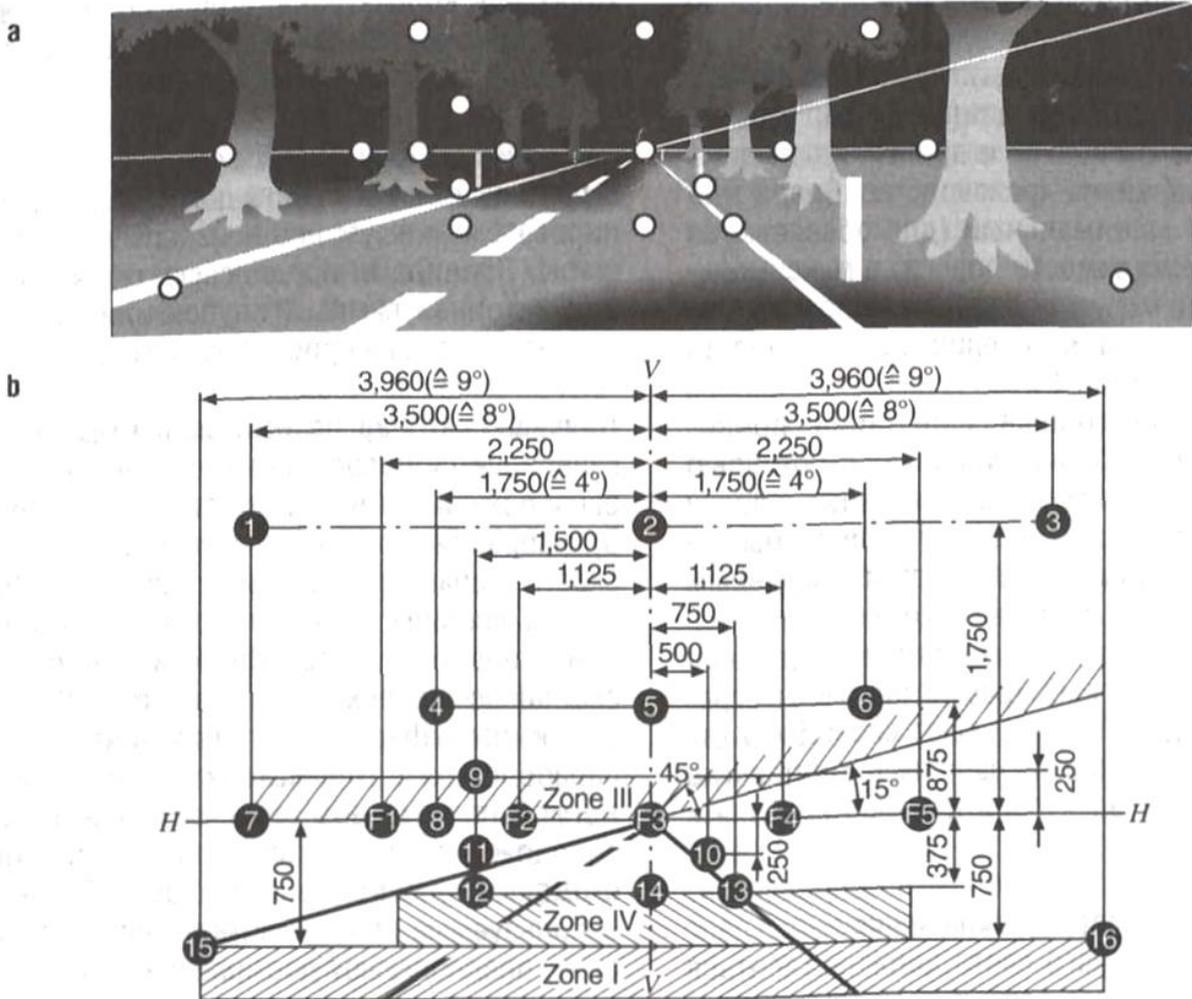
5.3 Измерение уровня освещенности

Эффективность автомобильных фар зависит от технической оценки и проверки перед запуском в серийное производство. Среди требований – минимальный (для обеспечения адекватной видимости дороги) и максимальный (во избежание ослепления) уровни силы света (см. точки измерения и освещенность фар, рисунок 5.3 и таблица 5.2).

Максимально допустимая величина суммы номинальных значений силы света всех фар дальнего света, устанавливаемых на автомобиль, составляет 430 000 кд. Это значение силы света обозначается эталонными кодами, расположенными рядом с кодом омологации на каждой фаре. Величина 430 000 кд соответствует числу 100. Сила света для фар дальнего света должна также проставляться, например, число 25 наносится вслед за круглым символом испытаний ЕЭК. Если это единственные фары на автомобиле, то тогда суммарная сила света должна находиться в кодовом отношении 50/100 от 430 000 кд, а именно 215 000 кд.

Дополнительные лампы используются для дополнения эффективности дальнего света в стандартных фарах дальнего света.

Дополнительные лампы устанавливаются и регулируются так же, как и стандартные лампы, и лежащая в их основе технология такая же. Для дополнительных ламп также регламентирована максимальная сила света в автомобильных системах освещения; сумма эталонных чисел всех установленных в автомобиле ламп не должна превышать 100.



а – перспектива дороги с точки зрения водителя; б – точки измерения относительно перспективы дороги согласно ECE R 112.

Рисунок 5.3 – Вид измерительного экрана с точками измерения освещенности с требованиями Европы

Для измерения освещенности следует использовать люксометры с измерительными преобразователями излучения, имеющими спектральную погрешность не более 10%, определяемую как интегральное отклонение относительной кривой спектральной чувствительности измерительного

преобразователя излучения от кривой относительной спектральной световой эффективности монохроматического излучения для дневного зрения по ГОСТ 8.332 – 78.

Таблица 5.2 – Точки измерения ближнего и дальнего света фар

Ближний свет			Дальний свет		
Точки измерения			Освещенность	Точки измерения	Сила света
№	Правостороннее движение	Левостороннее движение	Класс В (лк)	Точка	Класс В (лк)
01	8L/4U		$\leq 0,7$	F1	>6
02	V/4U		$\leq 0,7$		
03	8R/4U		$\leq 0,7$	F2	>24
04	4L/2U		$\leq 0,7$		
05	V/2U		$\leq 0,7$	F3	$\geq 0,8$
06	4R/2U		$\leq 0,7$		
07	8L/H	8R/H	$\geq 0,1; \leq 0,7$	F4	>24
08	4L/H	4R/H	$\geq 0,2; \leq 0,7$		
09	B50L	B50R	$\leq 0,4$	F5	>6
10	75R	75L	≥ 12		
11	75L	75R	≤ 12	Для ближнего света: Сумма 1+2+3 $\geq 0,3$ лк Сумма 4+5+6 $\geq 0,6$ лк	
12	50L	50R	≤ 15		
13	50R	50L	≥ 12		
14	50V	50V	≥ 6		
15	25L	25R	≥ 2		
16	25R	25L	≥ 2		
Любая точка в зоне III			$\leq 0,7$		
Любая точка в зоне IV			≥ 3		
Любая точка в зоне I			$\leq 2E^{1)}$		

При измерениях освещенности необходимо соблюдать следующие требования:

- на измерительный фотометрический датчик не должна падать тень от человека;
- измерительный прибор не должен располагаться вблизи сильных магнитных полей.

Провести измерение уровня освещенности в контрольных точках для галогенной лампы в режиме ближнего света используя люксметр. Результаты занести в таблицу по форме таблицы 5.3.

Таблица 5.3 – Уровень освещенности ламп головного света

Параметры	Точки измерения в режиме ближнего света				
	B50L	75R	75L	50L	50R
Освещенность, лк, в режиме ближнего света					

По данным таблицы 5.3 построен график распределения освещенности галогенной лампы в режиме ближнего света (рисунок 5.4).

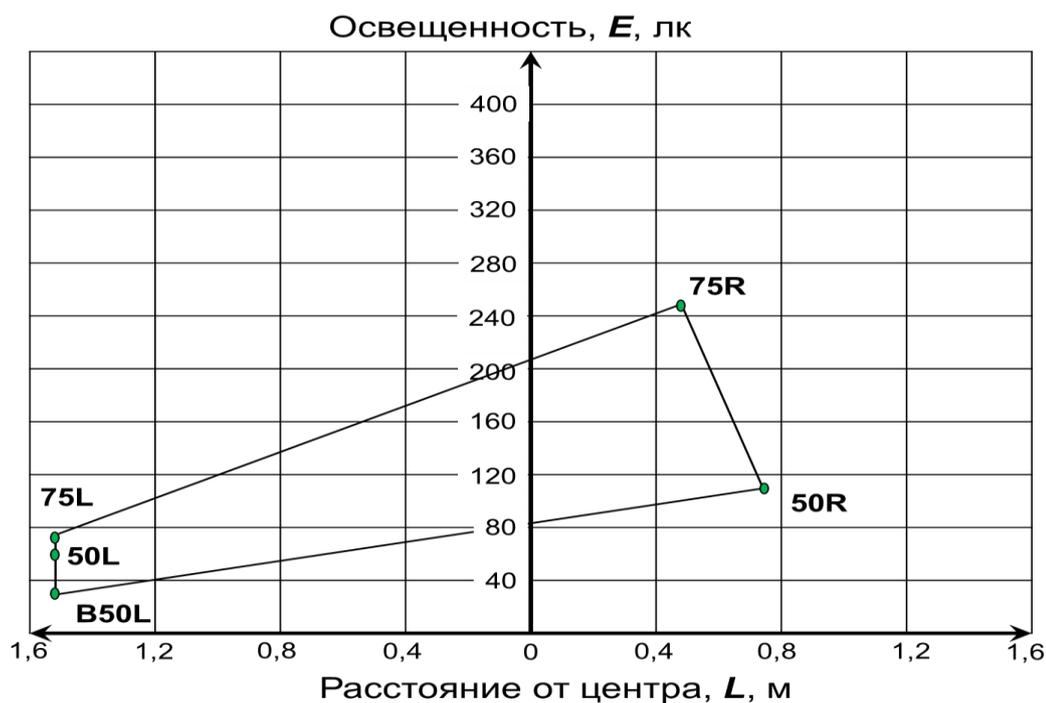


Рисунок 5.4 – Освещенность галогенной лампы в режиме ближнего света

Аналогично выполняем замеры освещенности при работе корректора света фар в горизонтальной и вертикальной плоскости. Результаты также заносим в таблицу 5.3.

График освещенности галогенной лампы в режиме ближнего света при работе корректоров приведен на рисунке 5.5.

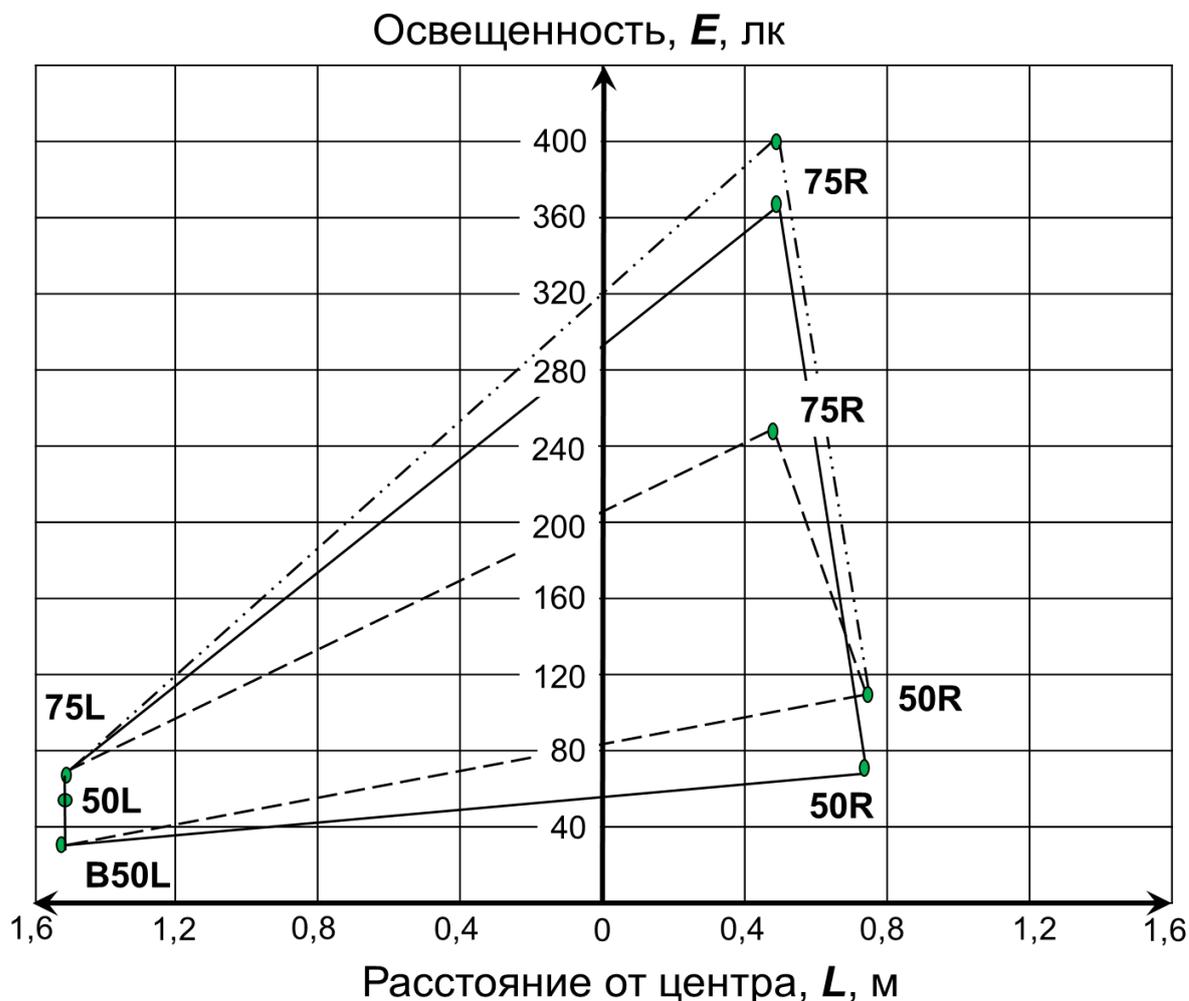


Рисунок 5.5 – Освещенность галогенной лампы в режиме ближнего света при работе корректора фар (пунктиром показана естественная освещенность, сплошной линией – коррекция в вертикальной плоскости, штрихпунктирной линией – коррекция в горизонтальной плоскости)

Таким же образом производится измерение освещенности светодиодной лампы в режиме ближнего света, установленной на место штатной галогенной лампы.

Газоразрядная лампа DS1 установлена в модуль с линзой, изменение режима работы (ближний или дальний свет) производится путем выдвижения экранирующей шторки.

Результаты замера освещенности, создаваемой газоразрядной лампой в режимах ближнего и дальнего света заносят в таблицу по форме таблицы 5.4.

Таблица 5.4 – Уровень освещенности газоразрядной лампы

Параметры	Точки измерения в режиме ближнего и дальнего света				
	B50L (F1)	75R (F2)	75L (F3)	50L (F4)	50R (F5)
Освещенность, лк, в режиме ближнего света					
Освещенность, лк, в режиме дальнего света					

По данным таблицы 5.4 построен график распределения освещенности газоразрядной лампы в режимах ближнего и дальнего света (рисунок 5.6).

Если результаты измерения превышают допустимые значения (таблица 5.2) в точке B50L, это означает ослепление водителя встречного автомобиля.

Снижение уровня освещенности во всех точках снижает безопасность движения. Отсутствие светотеневой границы повышает дискомфорт водителя и других участников движения.

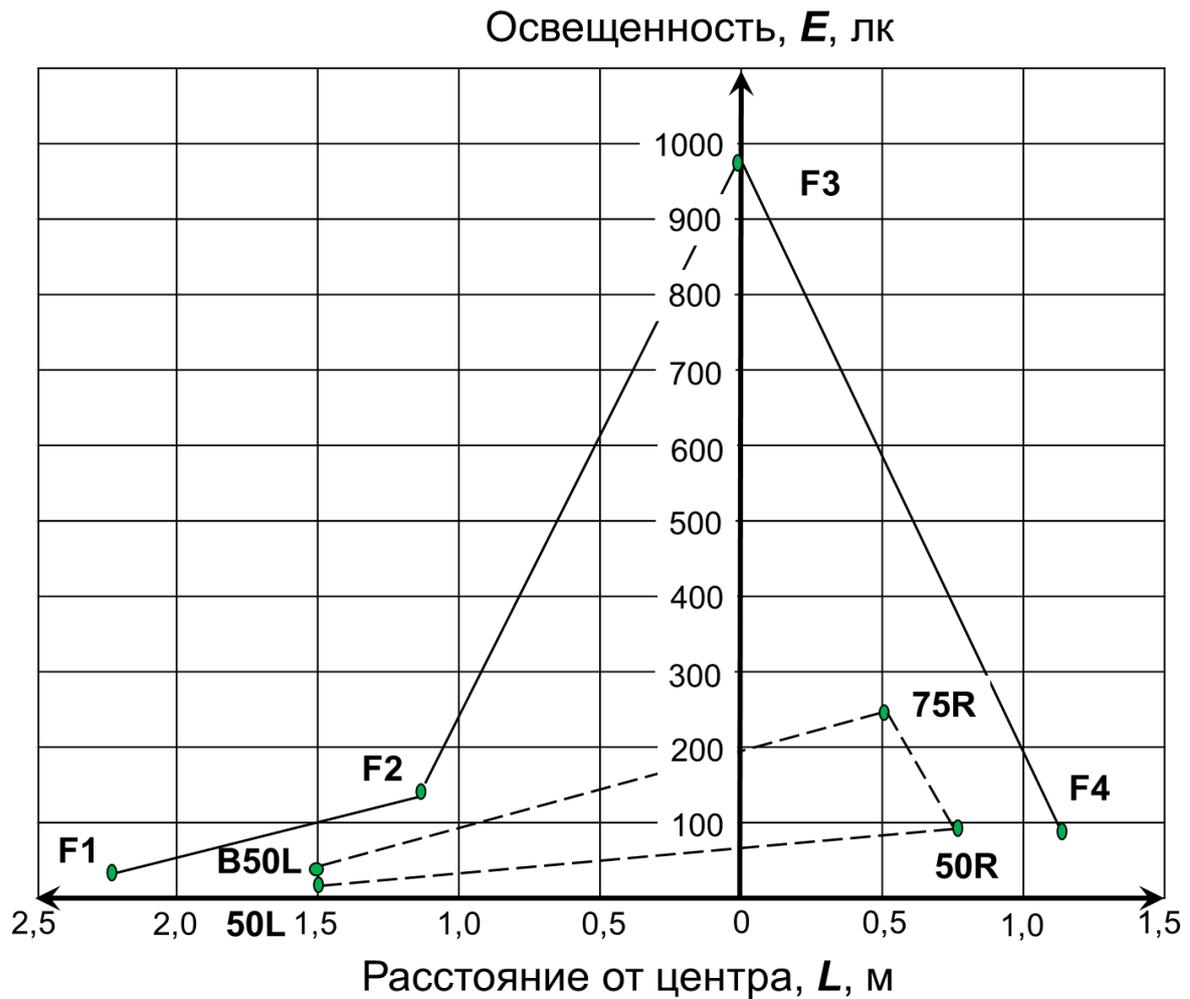


Рисунок 5.6 – Освещенность газоразрядной лампы в режимах ближнего (пунктир) и дальнего света

6 Контрольные вопросы

1. Чем заполнена газоразрядная лампа?
2. Опишите устройство галогенной лампы накаливания.
3. Опишите устройство газоразрядной лампы.
4. Опишите принцип работы газоразрядной лампы.
5. Какую дальность освещения создают газоразрядные лампы?
6. Какую дальность освещения создают галогенные лампы?

7. С какой частотой должны совершать мигания указатели поворота?
8. Опишите устройство противотуманной фары автомобиля.
9. Каково назначение экрана в противотуманных фарах?
10. Каково назначение экрана в галогенных фарах головного света?
11. Каково назначение экрана в газоразрядных фарах головного света?
12. Какой должна быть температура баллона галогенной лампы для поддержания стабильной реакции?
13. Каково наполнение колбы галогенной лампы?
14. Каково расположение нити ближнего света в галогенной двухнитевой лампе?
15. Каково расположение нити дальнего света в галогенной двухнитевой лампе?
16. Опишите работу галогенного цикла.
17. Каковы функции рефлектора автомобильной фары?
18. Каковы функции рассеивателя автомобильной фары?
19. Каковы принципы статической коррекции света фар?
20. Каковы принципы динамической коррекции света фар?
21. Объясните методику проведения проверки светораспределения.
22. Каково назначение проверки светораспределения и ее роль в обеспечении безопасности движения?
23. Перечислите требования, предъявляемые к системам освещения.
24. Какие функции выполняет система освещения автомобиля?
25. Каково назначение указателей поворота?
26. Каково назначение противотуманных фар?
27. Каково назначение дневных ходовых огней?
28. Каково назначение габаритных огней?

29. Опишите устройство параболоидной системы светораспределения.

30. Опишите устройство системы светораспределения с гладкой поверхностью.

31. Опишите устройство проекторной системы светораспределения.

32. Опишите последовательность регулировки света фар.

Список использованных источников

1. Волков, В.С. Электроника и электрооборудование транспортных и транспортно-технологических машин и оборудования: учебник для студ. учреждений высш. проф. образования / В.С. Волков – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Издательский центр «Академия», 2013. – 384 с.
2. Набоких, В.А. Электрооборудование автомобилей и тракторов: учебник для студ. учреждений сред. проф. образования / В.А. Набоких. – 3-е изд., стер. – М.: Издательский центр «Академия», 2013. – 400 с.
3. Автомобильный справочник: пер. с англ. ООО «СтарСПб» – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: ООО «Книжное издательство «За рулем», 2012. – 1280 с.
4. Соснин Д.А. Электрическое, электронное и автотронное оборудование легковых автомобилей: учебник для вузов / Д.А. Соснин. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: СОЛОН-ПРЕСС, 2015. – 416 с.
5. Ашанин, В.Н. Система освещения автомобиля: учеб. пособие / В.Н. Ашанин, В.И. Коротков, С.Е. Ларкин. – Пенза: Изд-во ПГУ, 2012. – 258 с.
6. Пузаков, А.В. Оценка технического состояния системы освещения автомобилей: методические указания / А.В. Пузаков, А.М. Федотов. – Оренбург: ОГУ, 2016. – 92 с.
7. Пузаков, А.В. Дооборудование системы освещения автомобилей: методические указания / А.В. Пузаков, Я.Ю. Осаулко. – Оренбург: ОГУ, 2018. – 84 с.
8. Пузаков, А.В. Лабораторный стенд для изучения системы освещения автомобиля / А.В. Пузаков, Д.А. Чернышов // Университетский комплекс как региональный центр образования, науки и культуры: материалы Всерос. науч.-метод. конф., 31 янв.-2 февр. 2018 г., Оренбург. – Оренбург: ОГУ, 2018. – С. 1494-1501.

Приложение А

(рекомендуемое)

Бланк лабораторной работы

Исследование работы автомобильных фар и источников света

А.1 Цель работы: _____

А.2 Измерение освещенности галогенной лампы автомобиля

Маркировка автомобильной фары: _____

Маркировка лампы:

галогенной _____ газоразрядной _____ светодиодной _____

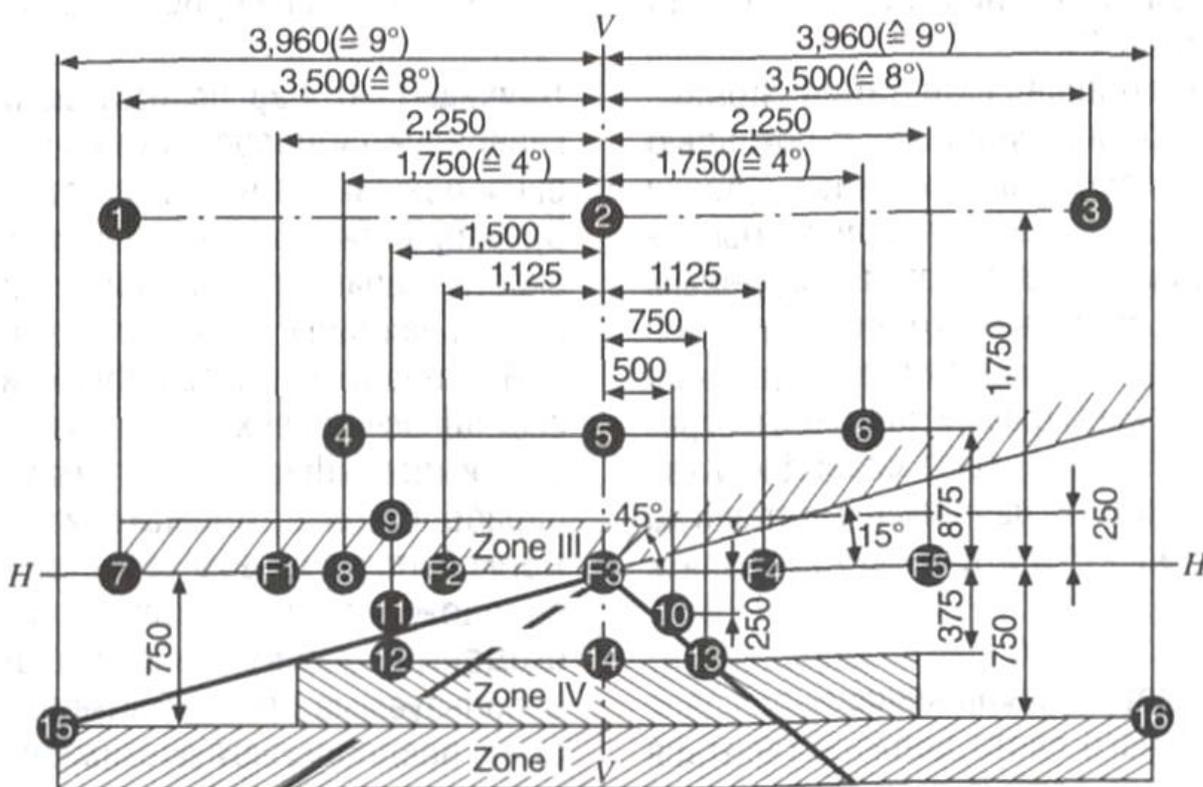


Рисунок А.1 – Точки измерения освещенности

Таблица А.1 – Уровень освещенности галогенной лампы

Параметры	Точки измерения в режиме ближнего света				
	B50L	75R	75L	50L	50R
Освещенность, лк, в режиме ближнего света					

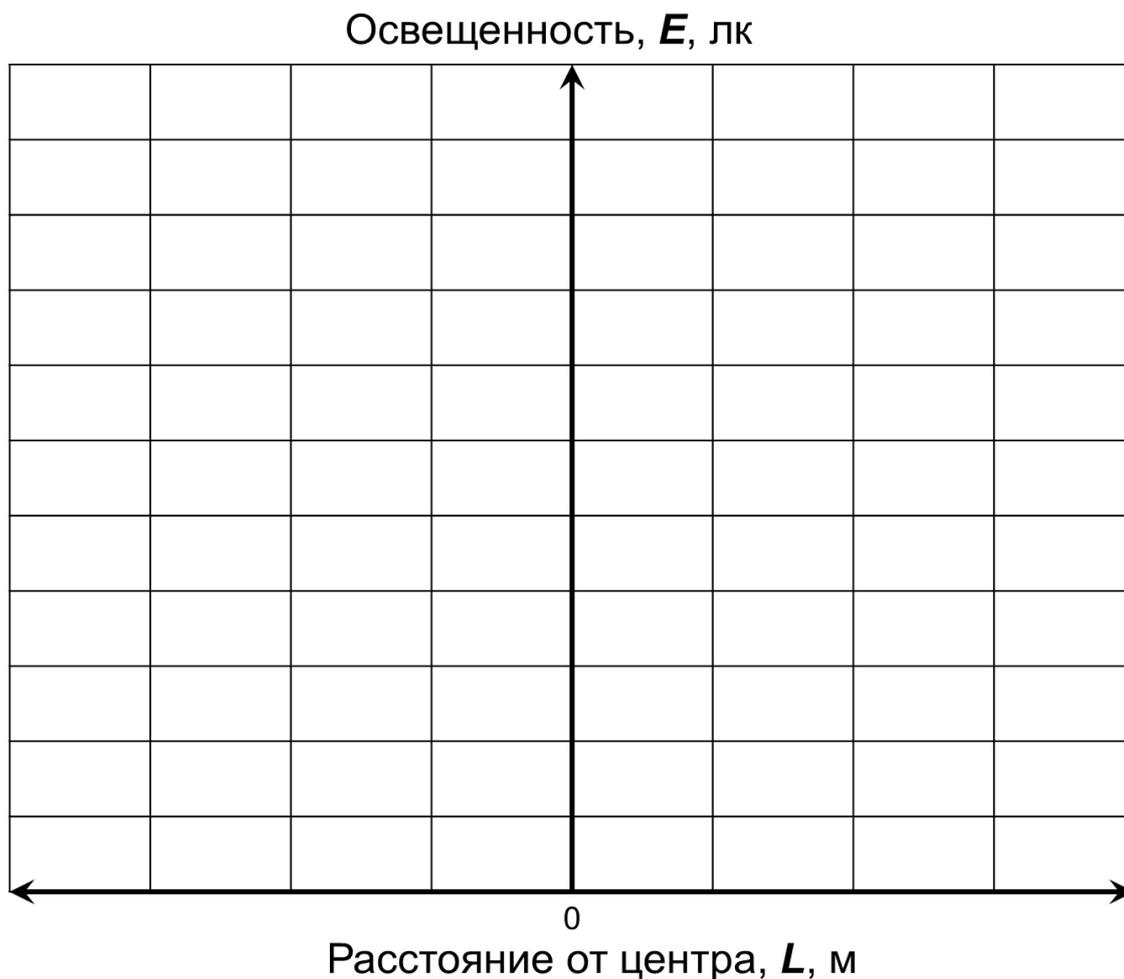


Рисунок А.2 – Распределение света, создаваемого галогенной лампой

А.3 Изменение освещенности галогенной лампы автомобиля при корректировке света фар

Таблица А.2 – Уровень освещенности галогенной лампы

Параметры	Точки измерения в режиме ближнего света				
	B50L	75R	75L	50L	50R
Освещенность, лк, при вертикальной коррекции					
Освещенность, лк, при горизонтальной коррекции					

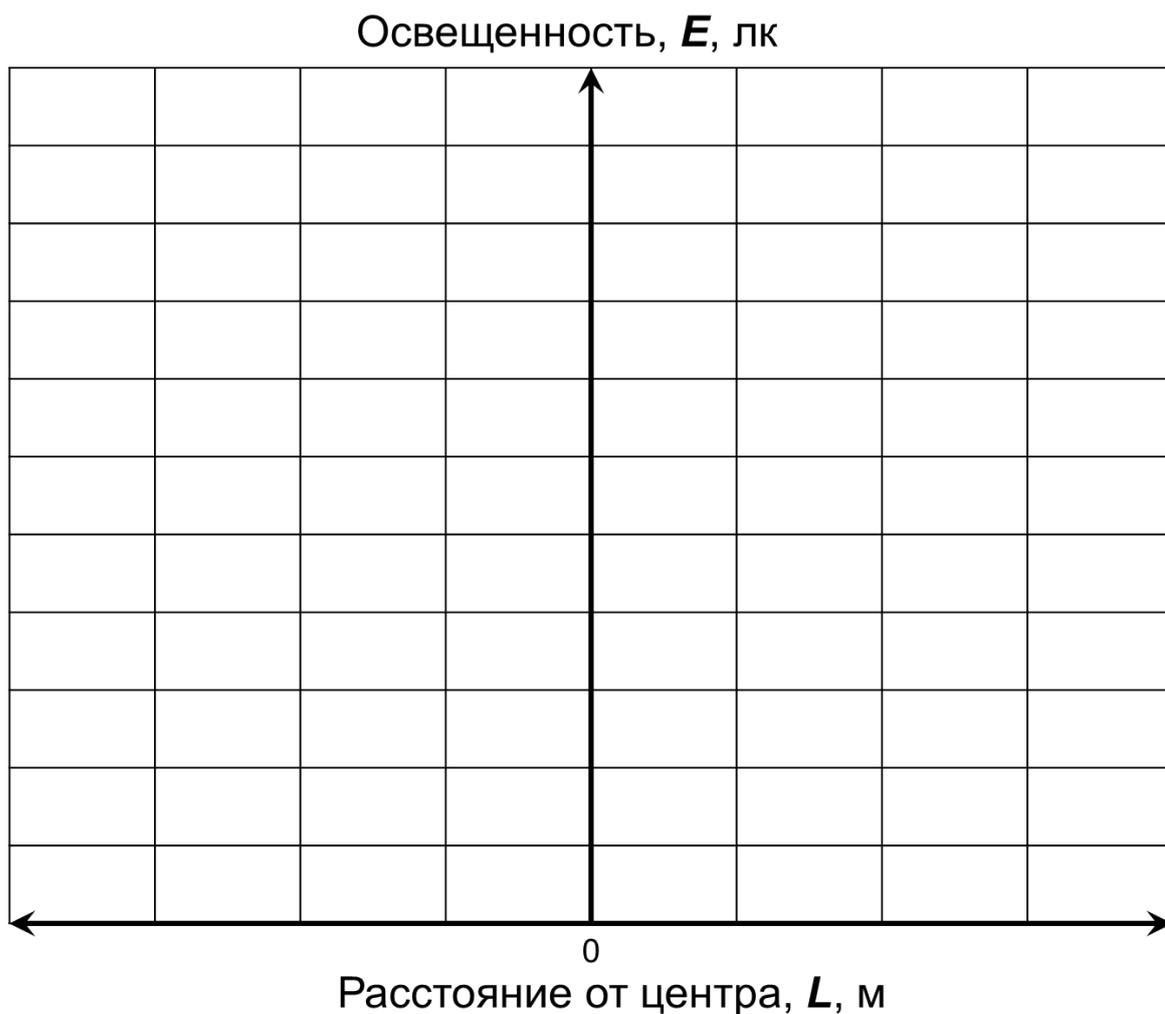


Рисунок А.3 – Распределение света, создаваемого галогенной лампой при корректировке

А.4 Измерение освещенности светодиодной лампы автомобиля

Таблица А.3 – Уровень освещенности светодиодной лампы

Параметры	Точки измерения в режиме ближнего света				
	В50L	75R	75L	50L	50R
Освещенность, лк,					
Освещенность, лк, при вертикальной коррекции					
Освещенность, лк, при горизонтальной коррекции					

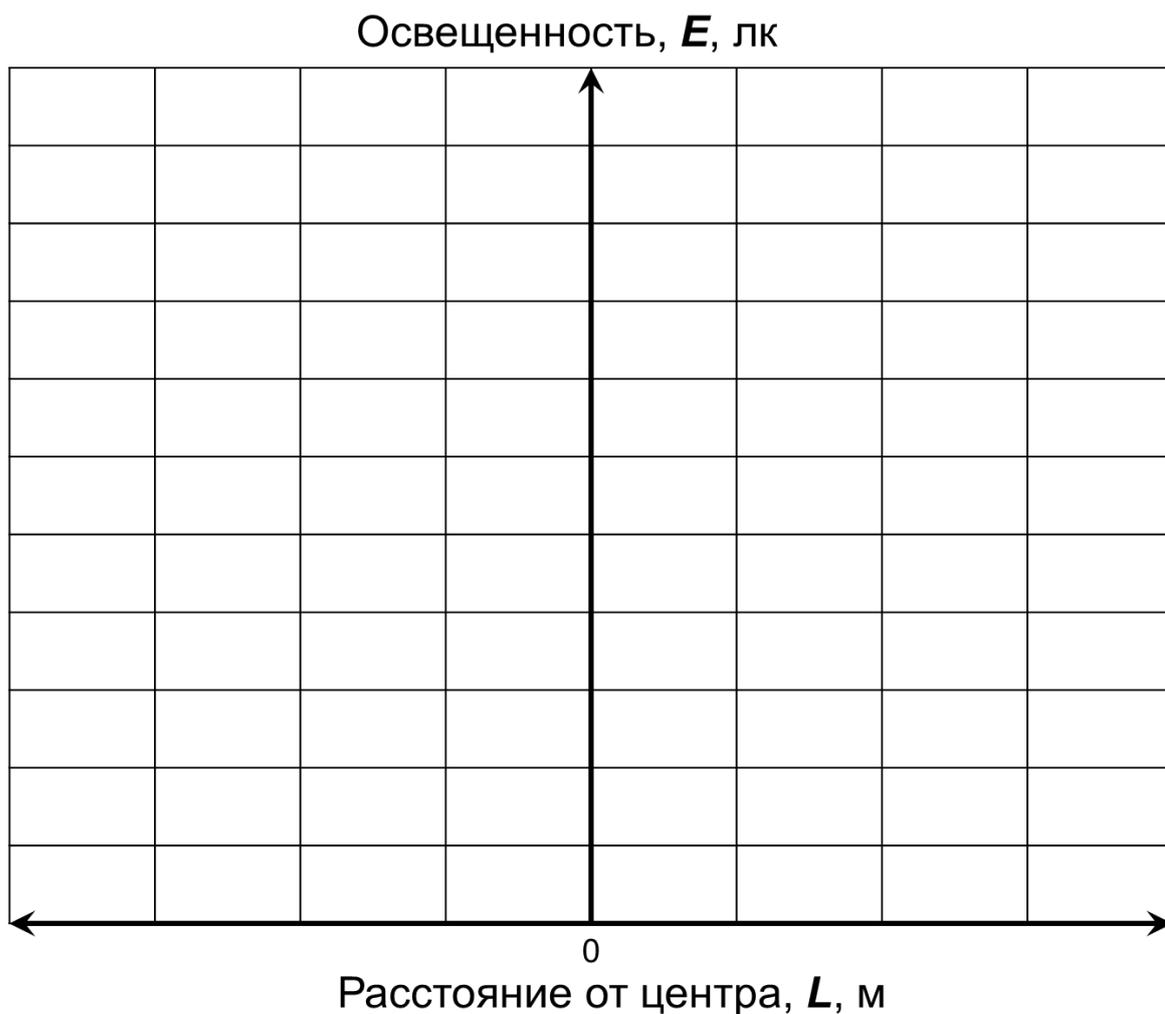


Рисунок А.4 – Распределение света, создаваемого светодиодной лампой

А.5 Измерение освещенности газоразрядной лампы автомобиля

Таблица А.4 – Уровень освещенности газоразрядной лампы

Параметры	Точки измерения в режиме ближнего и дальнего света				
	B50L (F1)	75R (F2)	75L (F3)	50L (F4)	50R (F5)
Освещенность, лк, в режиме ближнего света					
Освещенность, лк, в режиме дальнего света					



Рисунок А.5 – Распределение света, создаваемого газоразрядной лампой

А.6 Выводы и анализ полученных результатов: _____
