

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ  
Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
«Пензенский государственный университет» (ПГУ)

---

В. Н. Ашанин, В. И. Коротков, С. Е. Ларкин

# Система освещения автомобиля

Рекомендовано федеральным государственным бюджетным  
образовательным учреждением высшего профессионального образования  
«Национальный исследовательский университет "МЭИ"»  
в качестве учебного пособия для студентов высших учебных заведений,  
обучающихся по направлению подготовки 140600 «Электротехника,  
электромеханика и электротехнологии»  
специальности 140607 «Электрооборудование автомобилей и тракторов»

Регистрационный номер рецензии 1814 от 12.05.12  
МГУП им. Ивана Федорова

Пенза  
Издательство ПГУ  
2012

УДК 629.113.066(07)

А98

**Р е ц е н з е н т ы:**

кафедра «Электрооборудование автомобилей и электромеханика»

Тольяттинского государственного университета

(заведующий кафедрой к.т.н, профессор *В. В. Ермаков*);

доктор технических наук,

профессор кафедры «Тракторы, автомобили и теплоэнергетика»

Пензенской государственной сельскохозяйственной академии

*С. В. Тимохин*

**Ашанин, В. Н.**

А98 Система освещения автомобиля : учеб. пособие /  
В. Н. Ашанин, В. И. Коротков, С. Е. Ларкин. – Пенза :  
Изд-во ПГУ, 2012. – 258 с.

ISBN 978-5-94170-445-3

Рассмотрены принципы построения существующих систем головного освещения автомобилей. Указаны пути их совершенствования. Представлены перспективные конструкции фар и фонарей системы освещения. Изложены методики расчета светораспределения фар головного освещения. Представлены требования к светосигнальным огням, нормы по светораспределению, а также типы и характеристики используемых источников света.

Учебное пособие подготовлено на кафедре «Электротехника и транспортное электрооборудование» Пензенского государственного университета при содействии кафедры «Автотракторное электрооборудование» Московского государственного технического университета «МАМИ» и предназначено для студентов специальности 140607 «Электрооборудование автомобилей и тракторов», а также специальностей 050501 и 190201, изучающих дисциплину «Электрооборудование автомобилей», может быть использовано инженерно-техническими специалистами и аспирантами, занимающимися исследованием и проектированием световых приборов автотранспортных средств.

УДК 629.113.066(07)

ISBN 978-5-94170-445-3

© Пензенский государственный  
университет, 2012

---

## Введение

Бортовая система освещения и световой сигнализации автомобиля при своей кажущейся простоте является основной составляющей для его безопасного и комфортного использования, поскольку она позволяет оценивать визуально и передавать другим участникам дорожного движения информацию о ситуации на дороге и совершаемых маневрах. Согласно современной европейской статистике, несмотря на то, что на вождение ночью приходится лишь 10 % времени, в темное время суток происходит 33 % всех аварий, причем 47 % из них – со смертельным исходом.

Именно требования безопасности движения наряду с изобретением основных элементов электрооборудования (стартера, генератора, аккумулятора, газонаполненной лампы) и предопределили (начиная с 1925 г.) обязательную установку на автомобиле электрического освещения.

В течение почти века система освещения и световой сигнализации развивается в основном по двум направлениям: по пути совершенствования конструкции и оптики наружных осветительных и светосигнальных устройств, а также по пути развития их электрических и коммутационных цепей. В этой связи наиболее сложной является задача повышения эффективности светопередачи передних (головных) фар дальнего, ближнего и противотуманного света.

В настоящее время получили развитие в основном два национальных стандарта на освещение проезжей части автомобильными фарами, имеющими свои особенности в светораспределении: американская и европейская системы. В обеих системах освещения решается основное противоречие – хорошо освещать дорогу в темное время, не ослепляя водителей встречного транспорта. Несмотря на большое количество реализованных технических решений, данная проблема до сих пор полностью не решена.

Конструктивно обе эти системы освещения реализуются одинаковыми составными элементами: параболическим отражателем, рассеивателем с преломляющими элементами, одно- или двухрежимными источниками света при двух- или четырехфарном исполнении.

Сегодня основными направлениями совершенствования характеристик светораспределения фар головного освещения являются:

- повышение силы света за счет увеличения поверхности отражения и использования газоразрядных ламп и светодиодов;
- применение специальных конструкций ламп и совершенствование конструкций фар;
- улучшение аэродинамических и эргономических характеристик, а также уменьшение веса и габаритов.

Удовлетворение этих требований и определяет современные тенденции совершенствования конструкции фар и источников света в системах освещения и сигнализации автомобиля. Так, уменьшение коэффициента аэродинамического сопротивления с 0,4 до 0,2 практически предопределяет уменьшение вертикального габарита фары с 150 до 70 мм, что возможно лишь при применении перспективных источников света и специальных конструкций светоптических схем. Эти светоптические схемы формируют отражатели в виде синтеза поверхностей второго порядка (гомофокальный отражатель, трехосный эллипсоидный отражатель). Все эти отражатели требуют разработки конструкций сложной формы и изготавливаются из легкоформируемых материалов (стекло, пластмасса). Решение этих задач находит отражение в ряде конструкций фар, выпускаемых наиболее передовыми фирмами мира.

Существенное изменение претерпевает и система световой сигнализации автомобиля, особенностью развития которой являются уменьшение веса, уменьшение градиентов освещенности, увеличение углов видимости, выравнивание яркости поверхностей, исключение «фантом-эффекта». Это достигается за счет использования в светоптических схемах маломощных галогенных источников света, светодиодов, вакуумных люминесцентных панелей, применением гибкого печатного монтажа. При этом наряду с традиционными сигнальными приборами в системе сигнализации появляются дополнительные сигнальные огни, обеспечивающие увеличение информативности участников движения о маневре (дополнительные сигналы торможения, указатели поворота, информационные табло).

Современный уровень развития систем освещения и сигнализации и предопределил совершенствование методов эксплуатационной диагностики этих систем, основными тенденциями развития которых являются повышение точности и достоверности контроля, увеличение числа диагностируемых параметров, минимизация приборов контроля, повышение производительности.

## Этапы совершенствования автомобильной фары головного освещения

1895 г. Свечные и бензиновые горелки.

1908 г. Электрические фары, питаемые от аккумуляторной батареи.

1913 г. Фирма «Bosch light» представляет полную систему фар головного освещения с динамо-машиной и регулятором.

1915 г. Презентация отдельных фар для ближнего и дальнего света с возможностью независимой регулировки.

1924 г. Лампа «Билюкс» ближнего и дальнего света для одного отражателя.

1957 г. Ближний, дальний, габаритный свет, поворотники начинают объединять в одном корпусе – моноблоке. Появляется первая фара с асимметричным распределением света.

1961 г. Дебютирует оптика прямоугольной формы.

1962 г. Первые галогенные лампы.

1965 г. Двухфокусный отражатель для ламп стандарта H1 для ближнего и дальнего света.

1971 г. Лампы стандарта H4 с двойной нитью накаливания.

1974 г. Первый электрический корректор угла наклона фар.

1983 г. Фара прожекторного типа.

1988 г. Технология варьируемого фокуса фары.

1992 г. Первое поколение ксеноновых фар.

1993 г. Фары с пластиковыми отражателями.

1995 г. Дебют биксеноновой технологии.

1999 г. Презентация активного света.

2006 г. Мировая премьера адаптивной системы освещения.

2007 г. Первое поколение светодиодных фар.

## ОГЛАВЛЕНИЕ

<b>Введение</b> .....	3
<b>Глава первая. Физические основы распределения света</b> .....	6
1.1 Энергия излучения.....	6
1.2 Видимое излучение.....	8
1.3 Фотометрия .....	9
1.4 Законы освещенности.....	14
1.5 Геометрическая оптика .....	16
1.6 Компоненты оптических систем .....	19
<b>Глава вторая. Принципы светораспределения и конструкция фар головного освещения автомобиля</b> .....	21
2.1 Основные принципы формирования светораспределения для систем освещения и сигнализации автомобиля .....	21
2.2 Проблема слепимости при встречном разъезде автомобилей .....	27
2.3 Американская система светораспределения с двухнитевыми лампами.....	29
2.4 Европейская система светораспределения с двухнитевыми лампами.....	31
2.5 Развитие систем с двухнитевыми лампами.....	33
2.6 Сравнение европейской и американской систем распределения ближнего света.....	35
2.7 Систематизация систем освещения и типов конструкций головных фар.....	36
2.8 Конструкция фар головного освещения.....	41
2.8.1 Конструкция корпуса фары .....	41
2.8.2 Круглая параболическая фара .....	42
2.8.3 Прямоугольная параболическая фара.....	48
2.8.4 Фары с гомофокальным отражателем .....	52
2.8.5 Бифокальные фары .....	55
2.8.6 Эллипсоидные фары.....	56
2.8.7 Полиэллипсоидные фары.....	59
2.8.8 Световодные фары.....	68
2.8.9 Светодиодные фары .....	70
2.9 Адаптивные системы освещения .....	72
2.10 Противотуманные фары.....	81
<b>Глава третья. Нормирование характеристик автомобильных световых приборов</b> .....	85
3.1 Требования международных правил и отечественных стандартов на автомобильные осветительные приборы.....	86
3.2 Нормируемые параметры осветительных приборов.....	90
3.2.1 Нормирование установки светосигнальных приборов .....	91
3.2.2 Нормирование цветности сигнальных огней.....	92
3.3 Состав и размещение световых приборов на автомобиле по нормам ЕЭК.....	94
3.3.1 Световые приборы, обязательные для всех автомобилей .....	94
3.3.2 Нормативные характеристики обязательных световых приборов .....	96
3.3.3 Приборы, обязательные для некоторых видов автомобилей .....	102

3.3.4 Оповестительные знаки автопоезда и прицепов.....	104
3.3.5 Необязательные световые приборы .....	106
3.4 Состав и размещение световых приборов на автомобиле по нормам США.....	108
3.5 Современные нормы светораспределения головных фар .....	110
3.6 Нормы светораспределения противотуманных фар.....	119
<b>Глава четвертая. Расчет и проектирование автомобильных фар</b> .....	123
4.1 Требуемая дальность обнаружения препятствий .....	123
4.2 Факторы, влияющие на обнаружение объекта на дороге .....	127
4.3 Адаптация .....	128
4.4 Свойства материалов, применяемых для осветительных и светосигнальных приборов.....	130
4.5 Способы обеспечения видимости дороги в темное время суток.....	131
4.6 Параметры оптической системы световых приборов .....	132
4.7 Характеристики светового пучка .....	136
4.8 Выбор размеров отражателя .....	137
4.9 Инженерный метод расчета светораспределения фары с параболическим отражателем.....	142
4.9.1 Общие положения .....	142
4.9.2 Светораспределение отражателя с продольно-расфокусированной спиральной нитью накала с экраном .....	144
4.9.3 Графический вариант метода определения светлых зон отражателя.....	154
4.9.4 Аналитический вариант метода определения светлых зон отражателя.....	158
4.9.5 Светораспределение отражателя с поперечно-расфокусированной спиральной нитью накала .....	169
4.10 Проектирование и расчет рассеивателей.....	170
4.10.1 Проектирование рассеивателя для сфокусированной нити накала .....	170
4.10.2 Проектирование рассеивателя для расфокусированных систем.....	172
4.10.3 Расчет микроэлементов рассеивателя.....	173
4.11 Контроль параболической поверхности штампованных отражателей .....	175
<b>Глава пятая. Светосигнальные приборы</b> .....	177
5.1 Классификация светосигнальных приборов .....	177
5.2 Особенности зрительного восприятия автомобильных сигнальных огней.....	179
5.3 Конструкция светосигнальных приборов .....	183
5.4 Расчет освещения номерного знака .....	189
5.5 Светоотражатели.....	194
5.6 Приборы внутреннего освещения. Освещение контрольных приборов. Сигнализаторы .....	199
<b>Глава шестая. Источники света</b> .....	205
6.1 Характеристики традиционных ламп накаливания.....	205
6.2 Лампы накаливания для систем сигнализации .....	209

6.3 Лампы накаливания для систем головного освещения .....	210
6.4 Галогенные лампы накаливания .....	213
6.5 Газоразрядные лампы .....	216
6.6 Внутреннее освещение салона автобуса .....	220
6.7 Световоды .....	222
<b>Глава седьмая. Обслуживание системы освещения</b> .....	<b>228</b>
7.1 Обслуживание систем освещения и сигнализации в процессе эксплуатации .....	228
7.2 Специальное оборудование по обслуживанию системы освещения .....	231
<b>Список литературы</b> .....	<b>242</b>
<b>Приложение А</b> .....	<b>243</b>
<b>Приложение Б</b> .....	<b>246</b>
<b>Приложение В</b> .....	<b>248</b>
<b>Приложение Г</b> .....	<b>250</b>
<b>Приложение Д</b> .....	<b>252</b>



Учебное издание

**Ашанин** Василий Николаевич,  
**Коротков** Виктор Иванович,  
**Ларкин** Сергей Евгеньевич

## Система освещения автомобиля

Редактор *О. Ю. Ещина*  
Корректор *Ж. А. Лубенцова*  
Компьютерная верстка *М. Б. Жучковой*

Подписано в печать 15.06.12.  
Формат 60×84<sup>1</sup>/<sub>16</sub>. Усл. печ. л. 15,0.  
Тираж 500. Заказ № 476.

Издательство ПГУ.  
440026, Пенза, Красная, 40.  
Тел./факс: (8412) 56-47-33; e-mail: iic@pnzgu.ru