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)

23.03.03 Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов
(код и наименование направления подготовки / специальности)

Автомобили и автомобильный сервис
(направленность (профиль) / специализация)

# ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА (БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА)

на тему Разработка мобильного устройства для тестирования и настройки светового потока фар автомобиля»

Обучающийся Н.А. Бедулев
(Инициалы Фамилия) (личная подпись)

Руководитель канд. техн. наук, доцент А.В. Бобровский
(ученая степень (при наличии), ученое звание (при наличии), Инициалы Фамилия)

Консультант канд. техн. наук, доцент А.Н. Москалюк
(ученая степень (при наличии), ученое звание (при наличии), Инициалы Фамилия)

Тольятти 2025

## Аннотация

Тема бакалаврской работы: «Разработка мобильного устройства для тестирования и настройки светового потока фар автомобиля».

Цель работы: создание портативного устройства для оперативного контроля и корректировки светового потока автомобильных фар, обеспечивающего соответствие стандартам безопасности и оптимальные условия освещения дорожного полотна.

Основные задачи исследования:

- анализ современных методов и средств диагностики светотехнического оборудования;
- разработка конструктивной схемы мобильного измерительного комплекса.

Объект работы: световой поток автомобильных фар и системы его регулировки.

Методы исследования:

- анализ технической и патентной документации,
- компьютерное моделирование (CAD/CAE-системы).

Практическая значимость: разработанное устройство позволит упростить процедуру проверки фар в автосервисах и на пунктах технического осмотра, повысив точность регулировки без необходимости использования стационарного оборудования.

Структура работы включает введение, пять разделов основного содержания, заключение, список используемой литературы и используемых источников, приложение.

В первом разделе проведен комплексный анализ автомобильной системы освещения, включая изучение современных типов фар, их конструктивных особенностей и требований к светотехническим характеристикам согласно действующим стандартам безопасности.

Во втором разделе разработано и обосновано техническое задание на создание устройства для тестирования и настройки светового потока фар автомобиля, сформировано техническое предложение с детализацией конструктивных решений, подготовлено полное руководство по эксплуатации диагностического оборудования.

В третьем разделе представлен детально проработанный технологический процесс, включающий:

- методику контроля параметров светового потока,
- алгоритм регулировки фар,
- критерии оценки качества выполненных работ,
- рекомендации по проведению диагностических операций.

В четвертом разделе проведен комплексный анализ безопасности и экологичности проекта, оценены потенциальные риски для персонала и окружающей среды, разработаны инженерные и организационные меры по их минимизации, предложены решения, обеспечивающие соответствие проекта действующим нормам охраны труда и экологическим стандартам.

Пояснительная записка на 71 странице, объем графической части составляет 6 листов формата А1.

## Содержание

Введение ..... 5
1 Состояние вопроса ..... 8
1.1 Классификация и конструкция автомобильной фары ..... 8
1.2 Маркировка фары ..... 13
1.3 Стандарты, технические требования, предъявляемые к фарам ..... 14
2 Конструкторская часть ..... 17
2.1 Техническое задание ..... 17
2.2 Техническое предложение ..... 20
2.3 Руководство по эксплуатации устройства для проверки и регулировки светового потока фар ..... 34
3 Технологический процесс контроля и регулировки светового потока фар. 41
3.1 Контроль и регулировка светового пучка фар ..... 43
3.2 Технологическая карта контроля и регулировки светового потока фар44
4 Безопасность и экологичность мобильного устройства для тестирования и настройки светового потока фар автомобиля ..... 45
4.1 Структурно-функциональный анализ ..... 47
4.2 Идентификация профессиональных рисков ..... 48
4.3 Методы и средства снижения профессиональных рисков ..... 51
4.4 Обеспечение пожарной безопасности технического объекта ..... 57
4.5 Обеспечение экологической безопасности рассматриваемого технологического процесса тестирования и настройки светового потока фар автомобиля ..... 62
Заключение ..... 66
Список используемой литературы и используемых источников ..... 67
Приложение А. Спецификация ..... 70

# Введение

«В современных рыночных условиях автотранспортный комплекс играет ключевую роль в экономике, обеспечивая мобильность грузов и пассажиров. Одним из приоритетных направлений его развития является совершенствование системы ремонта и технического обслуживания (ТО) автомобильного транспорта, что обусловлено следующими факторами» [1].

- увеличение количества автомобилей, включая электромобили и гибриды, требует развития инфраструктуры их обслуживания;
- появление новых моделей с высокотехнологичными компонентами (например, системы ADAS, электроприводы) диктует необходимость модернизации ремонтных технологий [25];
- ужесточение экологических норм (например, стандарты Евро-6, Евро-7) влияет на методы диагностики и ремонта двигателей и выхлопных систем;
- внедрение цифровых систем мониторинга состояния транспорта (телематика, IoT) позволяет перейти к прогнозному обслуживанию (Predictive Maintenance) [29];
- автоматизация и цифровизация СТО (использование AI для диагностики, 3D-печать запчастей);
- подготовка кадров для работы с новыми видами транспорта (электромобили, водородные автомобили);
- оптимизация затрат на ТО за счёт использования современных диагностических комплексов и энергоэффективных технологий;
- рост спроса на аутсорсинговые услуги по обслуживанию корпоративных автопарков.

Современные условия эксплуатации автотранспорта требуют строгого соблюдения регламентов технического обслуживания (ТО) и своевременного ремонта.

Эти меры являются ключевыми факторами, обеспечивающими:

- поддержание работоспособности автомобиля: регулярное ТО позволяет выявлять и устранять неисправности на ранних стадиях, предотвращая серьезные поломки; соблюдение межсервисных интервалов (замена масла, фильтров, тормозных колодок и так далее) увеличивает ресурс узлов и агрегатов;
- повышение безопасности эксплуатации: исправное состояние тормозной системы, рулевого управления, подвески и электроники напрямую влияет на безопасность водителя и пассажиров; по данным National Highway Traffic Safety Administration, оринтировочно 12% ДТП связаны с техническими неисправностями, которых можно было избежать при своевременном ТО;
- снижение эксплуатационных затрат: профилактика дешевле ремонта: замена моторного масла обходится в ~3–5 тыс. р., а капитальный ремонт двигателя – в 50–200 тыс. р.; регулярное ТО сокращает расходы на ремонт в долгосрочной перспективе на 25–30%;
- сохранение рыночной стоимости автомобиля: автомобили с полной сервисной историей при продаже стоят на 15–20% дороже (данные Autostat); отсутствие своевременного ТО приводит к ускоренному износу и снижению остаточного ресурса;
- экологический аспект: исправный двигатель и система нейтрализации выхлопа снижают вредные выбросы; в ЕС и США за нарушения экологических норм при ТО предусмотрены штрафы для автовладельцев и СТО.

Развитие ремонта и ТО автотранспорта – неотъемлемая часть эволюции транспортного комплекса. Для конкурентоспособности отрасли необходимо внедрять инновационные решения, адаптировать нормативную базу и инвестировать в подготовку специалистов. Особое внимание стоит уделить

электромобилям и «умным» сервисным технологиям, которые определяют будущее рынка.

Современный рынок технологического оборудования для ТО и ремонта автомобилей характеризуется:

- доминированием зарубежных брендов (до 85% рынка): диагностическое оборудование: Bosch, Launch, Snap-on; подъемное оборудование: Rotary, Nussbaum; стенды развал-схождения: Hunter, Beissbarth;
- высокой стоимостью оборудования: цены на профессиональные диагностические сканеры – от 500 тыс. до 3 млн р.; стоимость комплекта стендов для полноценного СТО – 5-15 млн р.

Цель работы: разработка конструкции мобильного устройства для тестирования и настройки светового потока фар автомобиля, которая:

- будет иметь меньшую стоимость по сравнению с аналогами;
- обеспечит точность регулировки в соответствии с ГОСТ Р 51709-2001;
- будет адаптирована для работы с различными типами фар (галогенные, LED, ксеноновые).

Задачи работы:

- анализ существующих конструкций и методов регулировки фар,
- разработка технических требований к установке,
- разработка 3D-модели.

# 1 Состояние вопроса

## 1.1 Классификация и конструкция автомобильной фары

В условиях постоянного роста интенсивности дорожного движения и ужесточения требований к безопасности, системы автомобильного освещения приобретают особое значение. Современные световые приборы перестали быть просто источником света – они превратились в сложные интеллектуальные системы, непосредственно влияющие на безопасность дорожного движения.

Согласно официальной статистике ГИБДД РФ:

- 23% всех ДТП, происходящих в темное время суток, напрямую связаны с неисправностями световых приборов;
- в абсолютных цифрах это составляет около 15000 происшествий ежегодно;
- экономический ущерб превышает 3 млрд р. в год.

Основные неисправности световых приборов, вызывающие ДТП:

- неправильная регулировка фар (38% случаев),
- отказ одного или нескольких световых приборов (29%),
- использование нештатных источников света (18%),
- прочие дефекты (15%).

Современные системы освещения выполняют три ключевые функции:

- функция освещения (обеспечение видимости);
- сигнальная функция;
- идентификационная функция.

Функция освещения (обеспечение видимости):

- ближний свет: 45-60 м,
- дальний свет: 150-200 м,
- противотуманные фары: 25-30 м.

Сигнальная функция:

- стоп-сигналы: сокращают время реакции на 0,3-0,5 с;
- указатели поворотов: частота мигания 1,5±0,5 Гц.

Идентификационная функция:

- габаритные огни: обозначение размеров ТС;
- дневные ходовые огни: повышение заметности на 15-20%.

Классификация автомобильных фар:

- по назначению: фары головного света (ближний/дальний), противотуманные фары (передние/задние), дневные ходовые огни (ДХО), габаритные огни, специальные фары (рабочего освещения, поисковые);
- по типу источника света: галогенные (H1, H3, H4, H7, H11), газоразрядные (ксеноновые, D1S-D4S), светодиодные (LED), лазерные (на основе лазерных диодов), комбинированные системы (LED+лазер);
- по конструкции оптической системы: рефлекторные (параболические, свободной формы), прожекторные (линзованные, проекционные), гибридные системы.

Рассмотрим конструктивные особенности фар.

Основные компоненты фары:

- корпус,
- оптическая система,
- линзы,
- источники света,
- вспомогательные системы (опционально).

Корпус фары – это основная несущая конструкция, которая обеспечивает защиту внутренних оптических элементов, их правильное расположение и герметичность. Он также влияет на аэродинамику автомобиля и его дизайн.

Основные функции корпуса фары:

– защита оптики – предохраняет отражатель, линзу, лампы от механических повреждений, влаги, пыли и грязи;
– крепление элементов – фиксирует оптическую систему, обеспечивая правильную фокусировку света;
– герметичность – предотвращает запотевание и попадание воды внутрь фары;
– охлаждение – в некоторых моделях имеет вентиляционные отверстия или теплоотводящие элементы (особенно важно для LED и ксеноновых фар);
– дизайн и аэродинамика – влияет на внешний вид автомобиля и сопротивление воздушному потоку.

Конструкция корпуса фары.

Основание (каркас) – жесткая часть, к которой крепятся все элементы.

Изготавливается из:

– пластика (поликарбонат, ABS) – легкий, устойчивый к ударам, коррозии, но может деформироваться от высокой температуры;
– металла (алюминий, сталь) – прочнее, лучше отводит тепло, но тяжелее и подвержен коррозии.

Задняя крышка – обеспечивает доступ к лампе для замены, может иметь уплотнитель.

Крепежные элементы – ушки, болты или защелки для фиксации фары на кузове.

Резиновые уплотнители – защищают от попадания воды и пыли.

Вентиляционные клапаны (в некоторых моделях) – предотвращают запотевание.

Типы корпусов в зависимости от конструкции фары:

– разборные – состоят из нескольких частей, можно заменить отдельные элементы (линзу, отражатель);
– неразборные (герметичные) – запаяны или склеены, при повреждении меняются целиком;

– модульные – часть общей блок-фары (например, совмещены с поворотниками или ДХО).

Оптическая система фары – это совокупность элементов, предназначенных для формирования и распределения светового потока с целью эффективного освещения дороги и обеспечения безопасности вождения.

Рассмотрим основные компоненты оптической системы фары.

Источник света (лампа или светодиод):

– галогенные лампы – традиционные, недорогие, но менее эффективные;
– ксеноновые (HID) – ярче и долговечнее, но требуют блока розжига;
– светодиоды (LED) – энергоэффективные, долговечные, с гибким дизайном;
– лазерные – самые мощные, но дорогие и сложные.

Сравнительная характеристика различных систем освещения представлена в таблице1.

Таблица 1 – Характеристики различных систем освещения

| Параметр | Галогенные | Ксеноновые | LED | Лазерные |
|---|---|---|---|---|
| Световой поток, лм | 700-1500 | 3000-4000 | 2500-3500 | до 6000 |
| Температура цвета, К | 3200 | 4200-6000 | 5000-6500 | 5500-7000 |
| Срок службы, ч | 400-1000 | 2000-3000 | 10000-15000 | 15000+ |
| Энергопотребление, Вт | 55-65 | 35-42 | 15-25 | 10-15 |
| Время включения, с | 0,1-0,3 | 3-5 | Мгновенно | Мгновенно |
| Стоимость | Низкая | Средняя | Высокая | Очень высокая |

Отражатель (рефлектор) – направляет световой поток. Различают по конструкции:

– параболический – простой, но менее точный.
– свободной формы (FF) – более сложный, но лучше фокусирует свет.
– эллипсоидный (в биксеноновых фарах) – компактный и эффективный.

Линза (рассеиватель или проектор)– формирует четкий световой пучок:

- пластиковый рассеиватель – дешевле, но может мутнеть;
- стеклянная линза – долговечнее, но тяжелее;
- проекторная оптика – дает четкую светотеневую границу (используется в биксеноне и LED).

Типы оптических систем фар:

- рефлекторные (отражающие) – используют отражатель для направления света, простые и дешевые, но хуже контролируют световой пучок;
- проекторные – включают линзу, формирующую четкий луч, обеспечивают лучшее распределение света, меньше ослепления встречных водителей;
- адаптивные (матричные LED, лазерные) – автоматически регулируют свет в зависимости от условий.

Требования к оптике фар:

- соответствие стандартам (ECE, SAE, ГОСТ),
- правильное светораспределение (ближний/дальний свет),
- отсутствие ослепления других водителей,
- устойчивость к вибрациям и перепадам температур.

Современные фары (например, матричные LED или лазерные) могут адаптироваться к дорожной ситуации, затемняя часть светового потока для избежания ослепления.

Классификация и конструктивные особенности автомобильных фар представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Типы автомобильных фар

| Тип | Световой поток | Срок службы | Энергопотребление |
|---|---|---|---|
| Галогенные | 700-1500 лм | 400-1000 ч. | 55-65 Вт |
| Ксеноновые | 3000-4000 лм | 2000-3000 ч. | 35-42 Вт |
| LED | 2500-3500 лм | 10000-15000 ч. | 15-25 Вт |
| Лазерные | до 6000 лм | 15000+ ч. | 10-15 Вт |

## 1.2 Маркировка фары

Маркировка фары – это набор символов и обозначений, нанесенных на корпус или линзу, который содержит информацию о характеристиках, соответствии стандартам и производителе. Эта маркировка важна для подбора замены, проверки легальности использования и соблюдения ПДД.

Основные элементы маркировки автомобильной фары

На фарах обычно наносятся следующие обозначения:

- тип фары и назначение: C (ближний свет), R (дальний свет), CR (комбинированная фара ближний/дальний), HR (галогеновая дальний свет), HC (галогеновая ближний свет), HCR (галогеновая комбинированная), DC (ксеноновая ближний свет, D – обозначение газоразрядной лампы), DR (ксеноновая дальний свет), DCR (ксеноновая комбинированная), LED (светодиодная оптика);
- код соответствия стандартам: E в круге (ECE) – европейский стандарт (например, E1 – Германия, E2 – Франция, E4 – Нидерланды и т. д.), DOT (Department of Transportation) – американский стандарт, SAE – еще один американский стандарт (менее строгий, чем DOT), ГОСТ / ТР ТС – маркировка для стран Таможенного союза (Россия, Беларусь, Казахстан и др.);
- стрелка или надпись «LEFT»/»RIGHT» – Указывает сторону установки (для фар с асимметричным светом);
- номинальная мощность и напряжение;
- дополнительные символы: – регулировка угла наклона фары, – возможность коррекции направления света (для адаптивных фар);
- логотип или название бренда (например, HELLA, Bosch, Philips, Koito, Magneti Marelli);
- код детали (например, 1J0941007 – оригинальный номер для VW);

– дата производства (часто в формате 23 – 23-я неделя года).

### 1.3 Стандарты, технические требования, предъявляемые к фарам

Фары должны соответствовать техническим, светотехническим и юридическим нормам, чтобы обеспечивать безопасность на дороге. Основные требования регулируются международными и национальными стандартами.

Соответствие стандартам:

- в Европе – Правила ЕЭК ООН (ECE R112, R98 для ксенона, R148 для LED);
- в США – FMVSS 108 (DOT);
- в России и странах Таможенного союза – ГОСТ Р 41.112-2019 (аналог ECE R112), ТР ТС 018/2011;
- в Японии – JIS.

Наличие обязательной маркировки:

- код страны одобрения (E1, E2, DOT, SAE, ГОСТ),
- тип фары (C, R, CR, DC, DR, LED),
- номинальное напряжение и мощность (12V 55W),
- информация о производителе и дате выпуска.

Технические требования предъявляемые к фарам.

Светораспределение:

- ближний свет должен иметь четкую асимметричную светотеневую границу (левая сторона приподнята для освещения обочины, правая – опущена, чтобы не слепить встречных водителей).
- дальний свет – равномерное освещение дороги на расстоянии не менее 100 м.
- противотуманные фары (ПТФ) – широкий луч с резкой верхней границей, не выше 50 см от земли.

Яркость и цветовая температура:

- галоген – ~3200 К (желтоватый свет),
- ксенон (HID) – 4000–6000 К (белый с голубым оттенком),
- LED – 5000–6500 К (чистый белый),
- лазерные фары – до 6500 К.

Запрещены:

- синие и фиолетовые оттенки (в РФ – ограничение по ГОСТ Р 51709-2001);
- слишком яркие фары без автоматического корректора (для ксенона и LED).

Угол наклона и регулировка:

- фары должны быть правильно отрегулированы (обычно 1-1,5% наклона вниз);
- автомобили с ксеноном и LED обязаны иметь автоматический корректор угла наклона.

Электробезопасность и надежность:

- защита от короткого замыкания,
- устойчивость к вибрациям и перепадам температур,
- герметичность (не должна запотевать).

Юридические требования (в зависимости от страны).

В Российской Федерации:

- запрещена установка ксенона в фары, не предназначенные для него (должна быть маркировка DCR, DC, DR);
- светодиодные лампы в галогеновые фары – незаконны, если фара не сертифицирована под LED;
- тонировка фар разрешена только прозрачной пленкой, не снижающей светопропускание более чем на 15%.

В Европе

- обязательны автоматические корректоры и омыватели для ксенона;
- адаптивные фары (AFS, Matrix LED) должны соответствовать ECE R123.

В США:

- жесткие требования к DOT-маркировке;
- разрешены только фары с сертификатом FMVSS 108.

Также в зависимости от типа фары, предъявляются различные требования (таблица 3)

Таблица 3 – Требования к фарам в зависимости от их типа

| Тип фары | Обязательные требования |
|---|---|
| Галоген | Маркировка HCR, HC, HR, соответствие ECE R112. |
| Ксенон | Маркировка DCR, DC, DR, наличие автокорректора и омывателя. |
| LED | Маркировка LED, соответствие ECE R148, система охлаждения. |
| Лазерные | Сертификация по ECE R149, ограничение по дальности. |

Последствия нарушения требований:

- штрафы (в РФ – до лишения прав за ксенон в непредусмотренных фарах),
- не пройденный техосмотр,
- конфискация незаконного оборудования,
- повышенная опасность ДТП (ослепление других водителей).

Выводы по разделу.

В данном разделе рассмотрено общее устройство световых приборов, используемых для обеспечения безопасности дорожного движения, их основные параметры. Рассмотренный раздел позволит грамотно составить техническое задание для разработки конструкции установки для проверки и регулировки светового потока фар.

# 2 Конструкторская часть

## 2.1 Техническое задание

Ключевым шагом в создании или модернизации устройства становится детальное изучение современных конструктивных и инженерных решений. Учитывая тематику проекта, устройство ориентировано на диагностику и корректировку светового потока автомобильных фар.

Прежде чем сформировать техническое задание, важно четко определить:

- целевые параметры – какие характеристики должны быть достигнуты;
- критерии эффективности – основные функциональные и эксплуатационные требования к системе.

Для этого проводится анализ существующих аналогов. В условиях курса на импортозамещение фокус смещается на решения российских производителей, что позволяет оценить доступные технологические базы и адаптировать их под актуальные задачи.

Такой подход не только обеспечивает соответствие локальным стандартам, но и стимулирует развитие отечественных инженерных разработок в данной области.

Можно выделить следующие устройства, сравнение преимуществ и недостатков, которых необходимо представить в техническом предложении:

- тестер фар ТФ-01,
- измеритель параметров света фар транспортных средств ИПФ-01,
- прибор проверки фар ОПК ГАРО,
- установка для регулировки света фар НТ 910.

Исходя из инструкций, представленных выше устройств, необходимо отметить, что разрабатываемая установка должна обеспечивать возможность осуществлять проверки угла наклона и силы света фар ближнего, дальнего

света, а также противотуманных фар в соответствии с требованиями ГОСТ 33997-2016. «Межгосударственный стандарт. Колесные транспортные средства. Требования к безопасности в эксплуатации и методы проверки" (введен в действие Приказом Росстандарта от 18.07.2017 N 708-ст).

«Все устройства состоят из вертикальной стойки, на которой размещается оптический прибор, выполненный в виде параллелепипеда. Также на стойке предусмотрено так называемое ориентирующее устройство. Все указанные элементы размещаются на Т-образной сварной раме, которая существенно друг от друга не отличаются. Для удобства перемещения с целью ориентации устройства относительно контролируемой (регулируемой) фары предусмотрены колесные опоры. Количество колесных опор, а также возможность их поворота положительно влияют на мобильность. Простота конструкции позволяет проводить работы одному специалисту, который предварительно пройдет специальные инструктажи по технике безопасности и изучившие правила работы на установке» [4].

«К основным операциям работника входят:

- перемещение устройства для проверки и регулировки светового потока фар к заданному месту и его фиксация;
- контроль света фар и при необходимости его регулировка;
- повторение операций 1 и 2 с другой фарой» [2].

«Анализ устройств показал, что к конструкции должны предъявляться следующие требования:

- легкость при перемещении и регулировки устройства;
- положение оптического прибора должно позволять проводить работы по проверке и регулировке светового потока фар, ориентировочно от 200 до 1200 мм;
- конструкция должна обладать достаточной жесткостью и быть устойчивой, в том числе и при перемещении;
- крепёжные изделия и металлопрокат, входящие в состав устройства, должны быть по возможности унифицированными» [5].

Учитывая используемые устройства при проведении диагностики автомобиля на станциях технического обслуживания (указанных выше) можно предположить, как будет выглядеть разрабатываемая установка и какие у нее будут габариты:

- габаритные размеры не более, мм ..... 850×650×1550;
- масса не более, кг ..... 25.

«Также необходимо установить следующие общепринятые нормы конструирования к которым относятся:

- внешний вид устройства должен соответствовать требованиям эстетики (технической), который также позволяет идентифицировать назначение устройства;
- габаритные размеры устройства должны гарантировать композиционное равновесие;
- изломы формы устройства должны быть объяснимыми;
- исключить наличия острых углов, кромок, заусенцев и шероховатостей поверхностей;
- элементы устройства, положение которых меняется должны легко перемещаться» [21].

«Также для усовершенствования устройства необходимо ознакомиться с представленной ниже литературой, подбор которой осуществлялся на основании возраста издания, который не должен превышать 5 лет (к исключению подпадают справочники конструктора, сопромата и тому подобное).

- патент № 403985 – Стенд для проверки и регулировки фар автомобиля [7];
- патент № 2157982 – Устройство для диагностики системы освещения автомобиля [8];
- оптоэлектронные преобразователи на основе управляемых световодных структур, Бусурин В.И., Лярский В.Ф. и др.;

– метрология, стандартизация и сертификация. Учебник для вузов. Димов Юрий Владимирович, 2013 г. [18].
– руководства по эксплуатации устройств, каталоги приспособлений, применяемых на станциях технического обслуживания, пособия и иная сопутствующая техническая литература» [10].

На основании указанных выше требований необходимо подготовить техническое предложение с проработкой двух или более вариантов компоновки устройства, а также разработать чертежи на формате А1. На экспертизу необходимо представить техническое предложение в печатном варианте.

## 2.2 Техническое предложение

«Необходимым условием для разработки конструкции устройства для проверки и регулировки светового потока фар является глубокий анализ конструкций существующих аналогов и разработанных патентов, исследований в области контроля автомобильной светотехники и техники в целом.

Рассмотрим в отдельности конструкции каждого устройства для выявления их достоинств и недостатков, для дальнейшего сравнения и выбора более прогрессивного устройства по заранее выбранным параметрам:

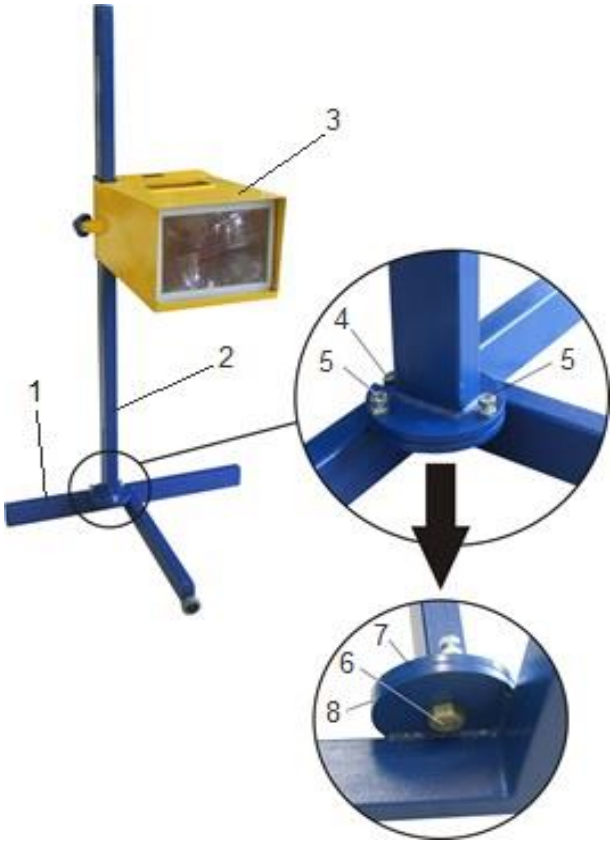
– габаритные размеры устройства,
– диапазон подъёма измерительного блока,
– диапазон изменения силы света,
– масса устройства,
– стоимость» [9].

«Тестер фар ТФ-01 представляет собой тележку (основание) на которой установлена вертикальная стойка и колесные опоры для удобства перемещения прибора по поверхности пола. Измерительный блок установлен на вертикальной стойке, который имеет возможность перемещения

посредством направляющих втулок. Предусмотрен механизм стопорения измерительного блока для фиксации его на необходимой высоте.

Стойка выполнена из тонкостенной профильной трубы прямоугольного сечения, в нижней части которой установлен фланец, позволяющий крепить к тележке при помощи болтового соединения. На боковой стенке измерительного блока установлена измерительная линейка, позволяющая определять высоту подъёма» [3].

Общий вид тестера для фар представлен на рисунке 1.




1 – тележка; 2 – вертикальная стойка; 3 –измерительный блок; 4 – направляющая шпилька; 5 – регулировочные болты; 6 – фиксирующий болт; 7 – фланец стойки; 8 – фланец тележки

Рисунок 1 – Устройство тестера фар ТФ-01

«Тележка (основание) тестера фар ТФ-01представляет собой сварную Т-образную конструкцию, выполненную из профильной трубы прямоугольного сечения. На тележке предусмотрен ответный фланец для

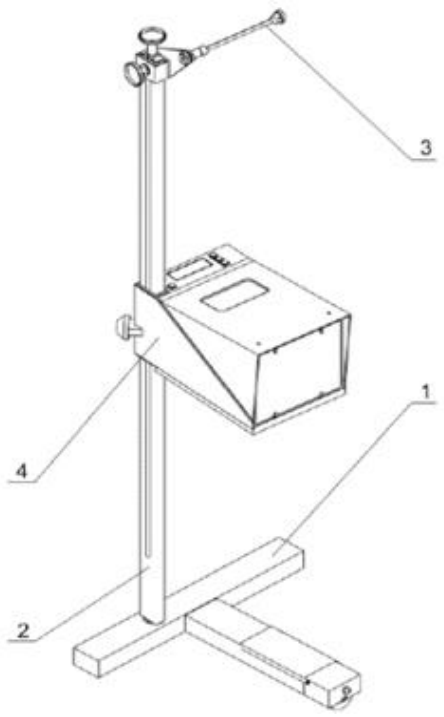
крепления вертикальной стойки. Вращение измерительного блока обеспечивается вращением вертикальной стойки вокруг своей оси посредством взаимного перемещения двух фланцев посредством болтового соединения» [3].

«Технические характеристики устройства ТФ-01 представлены в таблице 4.

Таблица 4 – Технические характеристики устройства ТФ-01 [3]

| Параметры | Габаритный размер (В×Д×Ш), мм | Диапазон подъёма измерительного блока, мм | Диапазон изменения силы света, кд | Масса, кг | Стоимость, руб. |
|---|---|---|---|---|---|
| Значение | 1380×650×524 | от 250 до 1200 | от 0 до 20000 | 18 | 54500» [3]. |

«В состав измерителя ИПФ-01 входят (рисунок 2): тележка, вертикальная стойка, оптический визир системы ориентации прибора, блок измерения.




1 – основание; 2 – вертикальная стойка; 3 – оптический визир системы ориентации; 4 – измерительный блок

Рисунок 2 – Устройство ИПФ-01

Для перемещения камеры (измерительного блока) вдоль вертикальной стойке предусмотрены рычаги фиксатора, расположенные на его боковой части. Для этого необходимо ослабить фиксирующий винт (повернуть винт против часовой стрелки) и надавить на рычаг. Для фиксации - отпустить рычаг фиксатора и закрутить фиксирующий винт (повернуть винт по часовой стрелке до упора). Высота устройства определяется в соответствие с указателем на шкале, нанесённой на стойку, в сантиметрах (миллиметрах) на верхнем краю кронштейна фиксатора.

С помощью пузырькового уровня производится установка оптической оси прибора в горизонтальной плоскости поворотом оптической камеры относительно оси винта и фиксируется ручкой.

Вращением оси обеспечивается горизонтальное положение горизонтальной линии экрана камеры. Для того чтобы установить оптическую ось прибора параллельно оси автомобиля необходимо использовать ориентирующее устройство щелевого типа. Ориентирующее устройство устанавливается в одно из отверстий стойки через упорную гайку, две шайбы и фиксируется ручкой» [4].

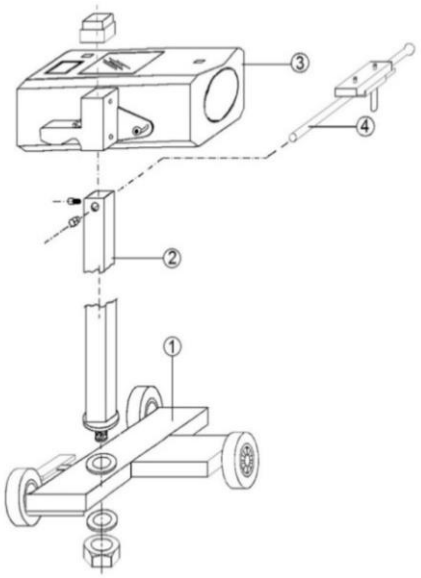
«Технические характеристики устройства ИПФ-01 представлены в таблице 5.

Таблица 5 – Технические характеристики устройства ИПФ-01 [4]

| Параметры | Габаритный размер (В×Д×Ш), мм | Диапазон подъёма измерительного блока, мм | Диапазон изменения силы света, кд | Масса, кг | Стоимость, руб. |
|---|---|---|---|---|---|
| Значение | 1830×600×590 | от 250 до 1600 | от 200 до 125000 | 20 | 64500» [4]. |

«Прибор с оптическим элементом для регулировки света фар – установка НТ 910 представляет собой светотехническое световое устройство, состоящее из 4-х основных элементов: основание тележки, вертикальная стойка, оптический элемент, регулировочное устройство.

Общий вид установки представлен на рисунке 3.




1 – основание тележки; 2 – вертикальная стойка; 3 – оптический элемент;
4 – регулировочное устройство; 5 – фиксирующая педаль

Рисунок 3 – Установка для регулировки света фар НТ 910

На основании тележки закреплена вертикальная стойка на которую в свою очередь установлен оптический элемент, состоящий из линзы в металлическом корпусе, пузырькового уровня, осмотрового стекла, экрана с возможностью перемещения по вертикали. На экране расположены фотоэлементы, измеряющие силу света. На крышке оптического элемента находится приборная панель» [6].

«Технические характеристики устройства НТ 910 представлены в таблице 6.

Таблица 6 – Технические характеристики устройства НТ 910 [6]

| Параметры | Габаритный размер (В×Д×Ш), мм | Диапазон подъёма измерительного блока, мм | Диапазон изменения силы света, кд | Масса, кг | Стоимость, руб. |
|---|---|---|---|---|---|
| Значение | 1740×610×610 | от 230 до 1460 | от 0 до 120000 | 35 | 81750» [6]. |

Для того чтобы провести достоверную оценку качества рассматриваемого оборудования необходимо учитывать все группы

показателей качества, а также необходимо разработать формальные правила выполнения данной оценки.

«Если определенные единичные показатели качества $P_i$ могут быть выражены количественными значениями, то их можно соотнести с базовым показателем $P_{i0}$ обычно отражающим значение показателя качества оборудования, которое соответствует современным мировым тенденциям развития мирового рынка машин и оборудования.

В том случае, когда рост абсолютного значения показателя качества приводит к повышению уровня качества, то он рассчитывается по следующей формуле (формула 1):

$$Y_i = \frac{P_i}{P_{i0}} \quad (1)$$

В противном случае, если при уменьшении показателя уровня качества ухудшается качество оборудования, то он рассчитывается по следующей формуле (формула 2):

$$Y_i = \frac{P_{i0}}{P_i}. \quad (2)$$

Определяем показатели качества, характеризующие устройство для контроля и регулировки света фар:

- высота подъёма измерительного блока,
- максимально определяемая сила света внешних световых приборов,
- занимаемая площадь в плане,
- масса оборудования,
- стоимость оборудования» [13].

На основании вышеизложенного, определяем $Y_i$ для выбранных показателей качества и заносим в таблицу 7.

Таблица 7 – Сравнительная характеристика аналогов

| Показатель | Модель сравниваемого оборудования | | | |
|---|---|---|---|---|
| | ТФ-01 | ИПФ-01 | ОПК (Гаро) | НТ 910 |
| 1 Высота подъёма измерительного блока, мм $P_{i0}=1600$ | 1200 | 1600 | 1450 | 1600 |
| $Y_i=$ | 0,75 | 1 | 0,9 | 1 |
| 2 Максимально определяемая сила света внешних световых приборов, кд $P_{i0}=150000$ | 20000 | 124800 | 150000 | 120000 |
| $Y_i=$ | 0,13 | 0,83 | 1 | 0,8 |
| 3 Занимаемая площадь в плане, м$^2$ $P_{i0}=0{,}34$ | 0,34 | 0,35 | 0,39 | 0,37 |
| $Y_i=$ | 1 | 0,97 | 0,87 | 0,91 |
| 4 Масса оборудования, кг $P_{i0}=18$ | 18 | 20 | 35 | 35 |
| $Y_i=$ | 1 | 0,9 | 0,51 | 0,51 |
| 5 Стоимость, руб. $P_{i0}=54500$ | 54500 | 64500 | 83000 | 81700 |
| $Y_i=$ | 1 | 0,84 | 0,66 | 0,67 |
| | 3,88 | 4,54 | 3,99 | 3,89 |

Из таблицы 7 видно, что наибольший положительный эффект имеет прибор ИПФ-01, следовательно, можно сделать вывод, что в настоящее время данное устройство является наиболее прогрессивным в данной области техники.

«Анализ устройств показал, что к конструкции должны предъявляться следующие требования:

- легкость при перемещении и регулировки устройства;
- положение оптического прибора должно позволять проводить работы по контролю и регулировке света фар. Ориентировочная высота от 200 до 1200 мм;
- конструкция должна обладать достаточной жесткостью, быть устойчивой к опрокидыванию, в том числе и при перемещении;
- крепёжные изделия и металлопрокат, входящие в состав устройства, должны быть по возможности унифицированными;
- габаритные размеры не более, мм ..... 850×650×1550;

– масса не более, кг……..... 25;
– диапазон высот подъёма измерительного блока, мм ..... ..... от 200 до 1200» [9].

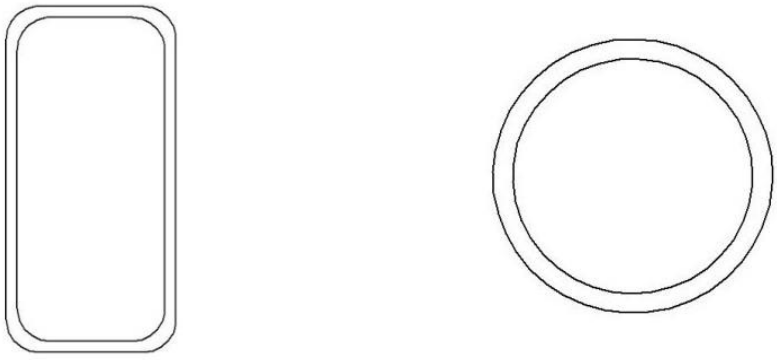
«Плоскости вращения всех колёс измерительных устройств перпендикулярны оси оптической системы измерительной головки, что создает сложности при установке прибора в рабочее положение. При этом перемещать прибор к автомобилю можно только в наклонном положении стойки на двух колесных опорах. После этого установку возвращают в рабочее (вертикальное) положение и если визир показывает неправильное положение прибора, то процедура повторяется. Эти манипуляции трудо- и время затратные» [13].

Анализ конструктивных особенностей устройств показал, что ни одно из них в полной мере не отвечает требованиям технического задания, что обуславливает необходимость разработки новой конструкции.

«Техническим заданием рекомендовано обратить внимание на представленные источники информации, в том числе на патент № 163967 «Прибор для проверки и регулировки света фар». Интерес к данной разработке вызван механизмом (узлом), позволяющим без многочисленных попыток перемещать устройство по поверхности пола для ориентации оптического прибора по отношению к контролируемой фаре» [12].

«Первым этапом разработки конструкции устройства будет являться выбор сечения базовой детали – рамы, на которую будут навешиваться другие элементы устройства. Она должна обеспечивать требуемую прочность, надёжность крепления элементов устройства. С учетом представленных на рынке устройств определено, что рама (основание) должна быть Т-образной» [14].

«Изготовлена, она, может быть из профиля прямоугольного сечения (рисунок 4, а) или профиля круглого сечения (рисунок 4, б).



а) б)

Рисунок 4 – Виды профиля для рамы

Преимуществом профиля прямоугольного сечения является:

– пространственная жёсткость, в отличие от труб круглого сечения;
– удобство в обработке, грунтовке и покраске плоских поверхностей;
– плоские грани профиля обеспечивают отличную эргономику и удобство работы при креплении других элементов устройства по сравнению с трубой круглого сечения» [14].

На основании указанного выше рама будет изготовлена из труб прямоугольного сечения (рисунок 5) путем сварки. Профильную трубу располагаем в вертикальном положении. Перед сваркой необходимо зачистить острые кромки, заусенцы для обеспечения более плотного прилегания граней профиля, обезжирить, а также для обеспечения перпендикулярности расположения профилей необходимо использовать угловые зажимы.

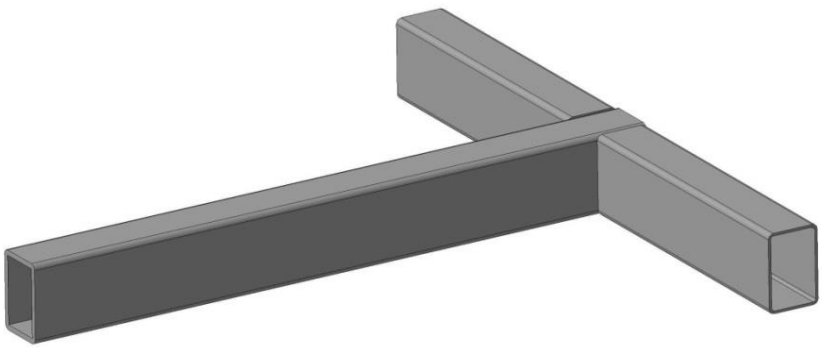


Рисунок 5 – Т-образная рама

Для обеспечения возможности перемещения Т-образной рамы применяются три колесных опоры, две из которых крепятся к раме через пластины соосно, а третье колесо крепится на центральной части рамы по другую сторону от центра тяжести прибора (рисунок 6).

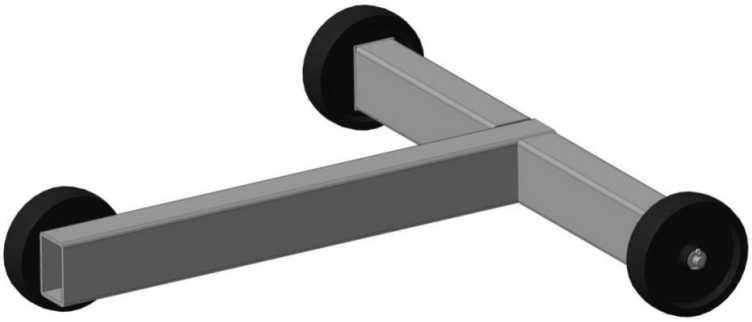
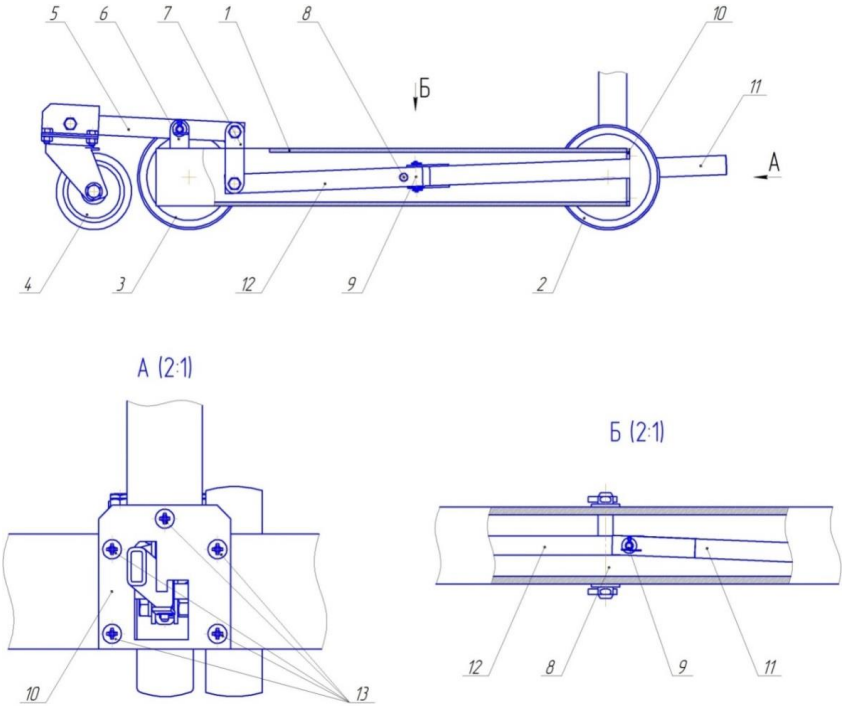


Рисунок 6 – Т-образная рама с колесными опорами

Для удобства ориентации устройства необходимо предусмотреть механизм подъема поворотного колеса (рисунок 7).




1 –рама; 2, 3 – колесная опора; 4 – поворотное колесо; 5 –рычаг; 6 – проушина; 7 – серьга; 8 – ось; 9 шарнир; 10 – крышка; 11 – педаль; 12 – рычаг педали; 13 – винт крепления крышки

Рисунок 7 – Виды конструкции устройства для проверки и регулировки светового потока фар

«Механизм представляет собой двуплечий рычаг, ось качания которого находится в проушинах, закреплённых на полой центральной части рамы. Второй конец рычага связан с педалью подъёма/опускания поворотного колеса. Элементы привода располагаются внутри рамы, к которым относятся: двуплечий рычаг, проушина, серьга, ось, шарнир, педаль, рычаг педали.

Ножная педаль имеет два положения. При одном из них опускается поворотное колесо, что позволяет без труда перемещать устройство путем вращения, а при другом перемещение происходит в прямом направлении.

Вертикальная стойка закрепляется на Т-образной раме (рисунок 8) и служит для крепления на заданной высоте ориентирующего устройства, вдоль которой происходит перемещение/фиксации измерительной головки с оптической системой» [1].

Рисунок 8 – Вертикальная стойка с основанием

«Основным измерительным прибором в устройстве для регулировки света фар является измерительный блок, для которого необходимо обеспечить свободное вертикальное перемещения по стойке с последующей фиксацией» [15].

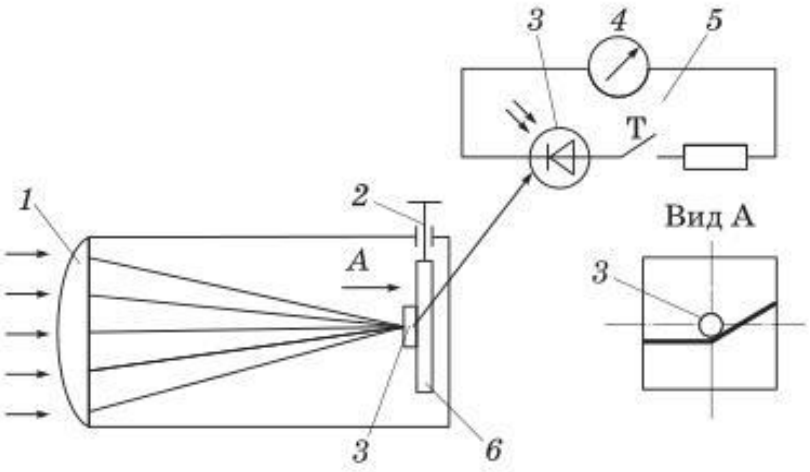
Общий вид измерительного блока представлен на рисунке 9.

Рисунок 9 – Измерительный блок фирмы Новатор

Для ориентации измерительной головки относительно стойки, и фиксации его на заданной высоте служит механизм стопорения с прижимным винтом.

«Оптическая камера имеет в своей конструкции линзу Френеля, фокусирующую свет фар на размещенный на расстоянии от 100 до 500 мм от нее экран. Данный экран имеет разметку и оборудован устройством для вертикального перемещения по стойке. В фокусе линзы установлен фотоэлемент, подключаемый с помощью выключателя к показывающему прибору» [17].

«Схема оптической камеры представлена на рисунке 10.




1 – линза Френеля; 2 – устройство для перемещения в вертикальной плоскости; 3 – фотоэлемент; 4 – отображающий прибор; 5 – выключатель; 6 – экран

Рисунок 10 – Схема оптической камеры

Принимаем измерительную головку с оптической камерой от производителя Новатор модели G30006» [17].

«Для расположения устройства параллельно к измеряемому объекту (легковому автомобилю) применяется ориентирующее устройство. Ориентирующие устройства бывают оптическими (рисунок 11, а) и лазерными (рисунок 11, б).

а) б)

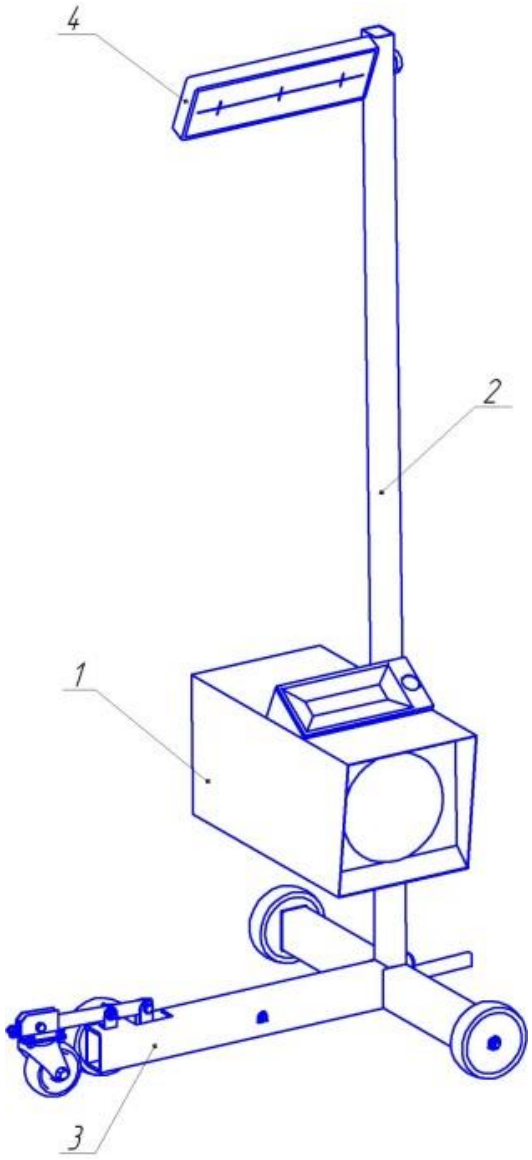
а) оптическое; б) лазерное

Рисунок 11 – Ориентирующие устройства

Лазерное ориентирующее устройство позволяет достичь лучшей точности позиционирования устройства для контроля и регулировки света фар, однако оно обладает недостатком – значительной стоимостью.

В качестве ориентирующего устройства принимаем оптическое, так как оно проще по конструкции и имеет меньшую стоимость» [18].

После подбора всех составляющих элементов конструкции устройства для контроля и регулировки света фар составляем компоновочную схему размещения элементов конструкции (рисунок 12).




1 – измерительная головка с оптической системой; 2 –стойка вертикальная; 3 – тележка с механизмом подъема поворотного колеса; 4 – ориентирующее устройство

Рисунок 12 – Компоновка устройства для контроля и регулировки света фар

## 2.3 Руководство по эксплуатации устройства для проверки и регулировки светового потока фар

«Перед эксплуатацией устройства для проверки и регулировки светового потока фар внимательно прочтите инструкции, представленные в данной части работы. Для предупреждения возможной поломки не позволяйте работать с данным устройством неквалифицированному персоналу. Рабочее место должно быть сухим, освещенным и проветриваемым, оснащено вытяжным вентилятором для удаления выхлопных газов. Вдыхание угарного газа может причинить серьезный вред человеческому здоровью» [8].

«Оптимальные условия в месте работы:

- относительная влажность от 30 до 80% (без конденсации);
- температура от 0 до +50°C.

Для правильного, надежного использования оборудования, пользователи должны удостовериться в том, что освещение помещения достигает, по меньшей мере, 300 люкс» [10].

«К работе с установкой допускаются только квалифицированные операторы – лица, прошедшие инструктаж по особенностям эксплуатации и правилам техники безопасности, знакомые с правилами и требованиями, представленными в настоящем руководстве.

Операторам, находящимся в состоянии алкогольного или наркотического опьянения, категорически запрещается производить работу с установкой.

В любом случае необходимо:

- прочесть настоящее руководство;
- убедиться в том, что операторы хорошо изучили возможности и характеристики устройства;
- убедиться в том, что в зоне работы устройства нет людей, не принимающих непосредственного участия в регулировке;

– убедиться в правильности устройства оборудования в соответствии с установленными нормами и правилами;
– убедиться в квалификации системных операторов, в том, что они прошли должную подготовку и инструктаж и способны осуществлять правильную и безопасную эксплуатацию устройства;
– внимательно прочесть настоящее руководство и тщательно соблюдать все правила, представленные в нем, в процессе работы;
– хранить настоящее руководство в доступном для всех операторов месте» [9].

Работа на установке представлена ниже:

«Не эксплуатируйте установку под прямыми солнечными лучами, избегайте резких перепадов температуры и вибраций. Не брызгайте на установку водой или иной жидкостью.

Общее устройство. Установка предназначена для проверки и регулировки светового потока фар, которую можно применять на станциях технического обслуживания, автотранспортных предприятиях» [6].

«Основные технические показатели представлены в таблице 8.

Таблица 8 – Технические параметры, показатели (характеристики)

| Характеристика | Значение |
|---|---|
| Тип устройства | стационарный передвижной |
| Способ определения угла наклона светового пучка | по положению светотеневой границы на экране прибора относительно разметки |
| Высота подъема измерительного блока, мм | 1000 |
| Ориентирование оси измерительного блока прибора относительно оси симметрии транспортного средства | при помощи оптического визира |
| Предел допускаемой абсолютной погрешности измерений углов наклона светового пучка в вертикальной/горизонтальной плоскости, угл. | ±15/±30 |
| Габариты устройства, мм | 730x587x1485 |
| Масса прибора, кг, не более | 17» [6]. |

«Состав и комплект поставляемой устройства для проверки и регулировки светового потока фар должен соответствовать перечню таблицы 9.

Таблица 9 – Комплектность устройства

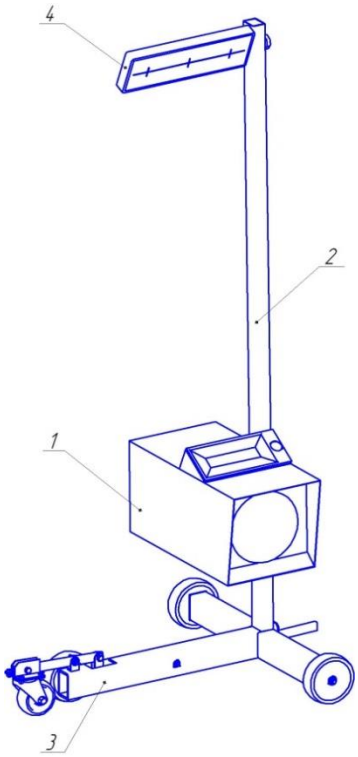
| Наименование | Количество, шт. |
|---|---|
| Оптическая камера | 1 |
| Т-образная рама | 1 |
| Колесо | 3 |
| Поворотное колесо | 1 |
| Механизм для поднятия колеса | 1 |
| Крышка для фиксации положения педали | 1 |
| Ориентирующее устройство | 1 |
| Метизы | 54 |
| Инструкция по сборке | 1 |
| Паспорт | 1 |
| Руководство по эксплуатации | 1» [6]. |

«Установка для контроля и регулировки света фар (рисунок 13) состоит из следующих основных частей:

- измерительный блок,
- вертикальная стойка,
- тележка с механизмом подъема поворотного колеса,
- ориентирующее устройство.

Измерительный блок 1 (рисунок 13) представляет собой металлический корпус с линзой в передней стенке, матовым экраном с контрольными рисками в верхней стенке и зеркалом для отражения фар на экране. Измерительная головка с оптической системой имеет возможность перемещения по стойке. Для ориентации измерительной головки служит механизм фиксации. Вертикальная стойка 2 выполнена из тонкостенной трубы прямоугольного сечения. Вертикальная стойка закрепляется на тележке 3. В верхней части стойки крепится ориентирующее устройство 4.

Тележка с механизмом подъема поворотного колеса предназначена для удержания вертикальной стойки с измерительной головкой и перекатывания прибора к месту выполнения работ» [19].

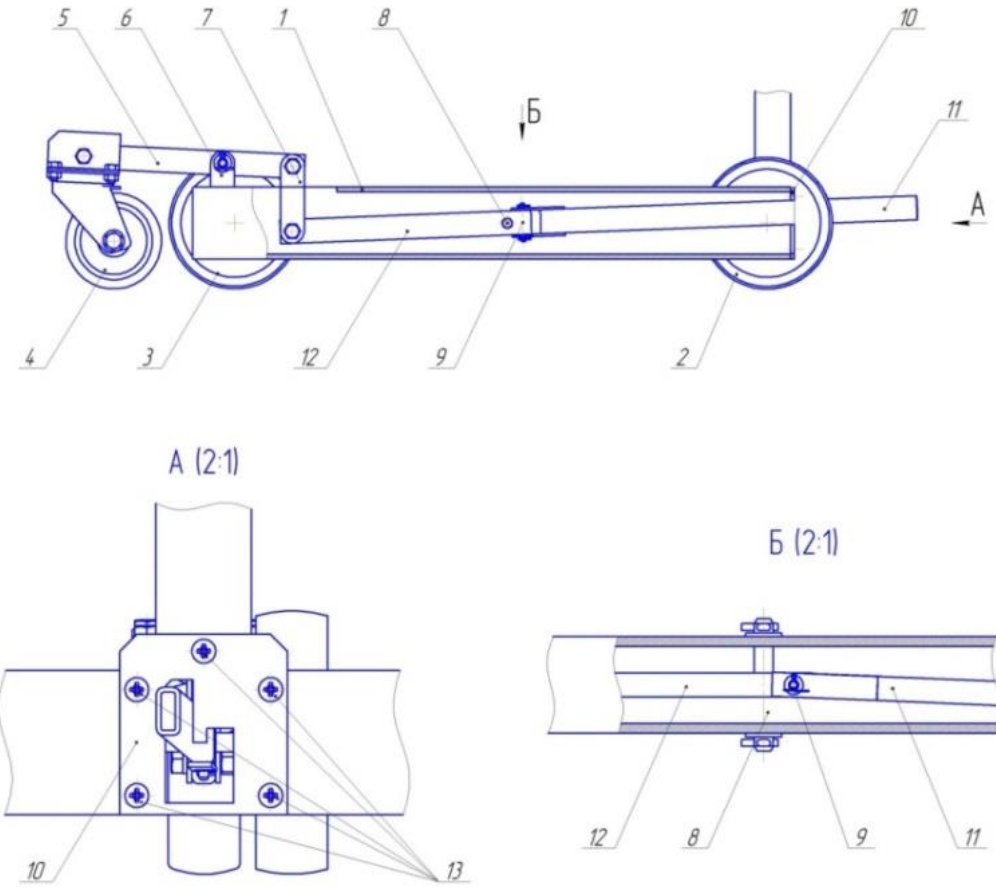



1 – измерительный блок; 2 – вертикальная стойка; 3 – тележка с механизмом подъема поворотного колеса; 4 – ориентирующее устройство

Рисунок 13 – Общий вид устройства для контроля и регулировки света фар

«Тележка с механизмом подъема поворотного колеса, изображенная на рисунке 14, состоит из рамы 1, соосно расположенных колес 2, колеса 3, поворотного (вертлюжного) колеса 4, двуплечего рычага крепления поворотного колеса 5, проушины крепления оси поворотного рычага к раме 6, педали перевода тележки прибора из рабочего положения в транспортное и наоборот 11, рычага педали 12, серьги 7, связывающей двуплечий рычаг поворотного колеса с рычагом педали, оси качания рычага педали 8, шарнира с вертикальной осью поворота педали, крышки с прорезями и уступами для фиксации положения педали 10, винтов крепления крышки 13.

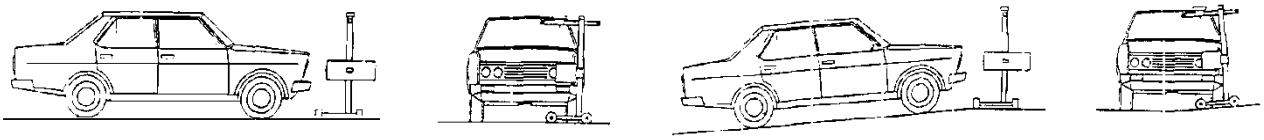
Ориентирующее устройство служит для устройства прибора относительно измеряемого объекта (легкового автомобиля). Наблюдая за отображением автомобиля в зеркальном визире и поворачивая прибор, он устанавливается таким образом, чтобы ось оптической системы была параллельной продольной оси автомобиля» [19].




1 – рама; 2 – соосно расположенные колеса; 3 – колесо; 4 – поворотное колесо; 5 – двуплечий рычаг; 6 – проушина; 7 – серьга; 8 – ось; 9 – шарнир; 10 – крышка; 11 – педаль; 12 – рычаг педали; 13 – винты крепления крышки

Рисунок 14 – Виды устройства

«Качество поверхности площадки для диагностики регулировки света фар (рисунок 15) является основным условием качественного выполнения работы: максимально допустимый горизонтальный уклон до 5° по всей габаритной длине легкового или грузового автомобиля.



а) б)

а) – правильное расположение устройства; б) – неправильное расположение устройства

Рисунок 15 – Расположение устройства для регулировки света фар при работе» [9]

Порядок работы с установкой:

«Расположить колеса строго прямо. Нагрузить заднее сидение автомобиля 70 кг грузом. Проверить давление в шинах колес. Убедится, что фары чистые: вымытые и высушенные. Установить все устройства коррекции положения (рисунок 15) в положение, которое соответствует автомобилю с нормальной загрузкой. Завести двигатель. Продолжить проведение регулировки при включенном двигателе.

Для настройки положения необходимо:

- установить установку для регулировки напротив фар автомобиля примерно от 20 до 50 см от машины;
- посмотреть в зеркало и найти горизонтальную часть автомобиля или две внешние симметричные контрольные точки (к примеру, верхняя часть рамки ветрового стекла или капот). Убедиться, что линия положения на зеркале проходит по обеим контрольным точкам, а весь прибор параллелен автомобилю;
- измерить расстояние от пола до центра светового пятна, используя линейку на стойке. Точкой отсчета при этом должен быть верхний край подъемного механизма (например, если высота от пола составляет 80 см, установите подъемный механизм у отметки 80 см). Допустимо отклонение в 3 см» [19].

«Для перекатывания устройства оператору необходимо нажать ногой на педаль и, завести педаль в прорезь крышки. При этом поворотное колесо упирается в пол, рама приподнимается, и вывешиваются колеса. В таком положении, тележка опирается на два колеса и поворотное колесо, что позволяет установке свободно перемещается к контролируемому объекту.

Устанавливаем установку так, чтобы ось измерительного блока была параллельной продольной оси автомобиля, наблюдая за отображением автомобиля в зеркальном визире. После этого оператору необходимо нажать на педаль и вывести рычаг в рабочее положение. Отпуская педаль, рама

опускается до упора в пол. В этом положении производятся проверка и регулировка светы фары.

После окончания работ с одной фарой указанные выше работы повторяются с другой фарой. После завершения работ, оператору необходимо нажать на педаль для перевода устройства в положение для транспортировки в место хранения.

Для того чтобы сохранить точность измерительных функций устройства, следует избегать сотрясений, грубого обращения с ним и попадания прямых солнечных лучей на линзу визира. Перед началом работы с прибором осуществить проверку крепления ориентирующего устройства, плавность перемещения и четкость фиксации измерительной головки с оптической камерой в заданном положении» [19].

«Не допускается скопление пыли на линзе, так как в этом случае возможно изменение характеристик точности измерения силы света. Очистку линзы от пыли следует проводить сухой мягкой кистью или щеточкой со специальным жидкостным составом для мойки стёкол.

Рекомендуется защищать оборудование от пыли, когда оно не эксплуатируется. Можно заказать пластиковый футляр для оптической камеры. Время от времени протирайте устройство влажной тканью и удаляйте все пятна. Окрашенные поверхности стойки к моющим средствам. Не смазывайте маслом стойку и не используйте для удаления пятен спирт. Не оставляйте устройство в местах, где есть испарения агрессивных веществ» [7].

Выводы по разделу.

В ходе выполнения конструкторской части выпускной квалификационной работы было составлено техническое задание и предложение на разработку мобильного устройства для тестирования и настройки светового потока фар автомобиля». .

На основании представленной конструкции составлено руководство по эксплуатации устройства.

## 3 Технологический процесс контроля и регулировки светового потока фар

«На сегодняшний день в автосервисах и на пунктах техосмотра применяются два основных метода настройки света фар:

– регулировка по экрану (разметке на стене);

– регулировка с помощью оптической камеры» [20].

Принцип работы регулировки по экрану (разметке на стене).

Автомобиль устанавливается на ровной площадке на фиксированном расстоянии (5–10 м) от вертикального экрана с нанесенной разметкой.

Включается ближний свет фар, и по положению светотеневой границы определяется корректность настройки.

Регулировка выполняется вручную с помощью винтов на корпусе фары.

Преимущества:

– низкая стоимость (не требует сложного оборудования);

– простота и наглядность.

Недостатки:

– субъективность оценки (зависит от зрения оператора);

– требует идеально ровной площадки и точного позиционирования автомобиля;

– не подходит для сложных систем (адаптивный свет, матричные фары).

Принцип работы регулировки с помощью оптической камеры.

Используется специализированный прибор (реглоскоп, оптико-электронный стенд), который анализирует световой пучок с высокой точностью.

Фары проецируют свет на встроенную измерительную матрицу, а система автоматически определяет:

– угол наклона,

– асимметрию,

– интенсивность света.

Регулировка может выполняться вручную или автоматически (в зависимости от оборудования).

Преимущества:

– высокая точность (погрешность ≤ 0,1°),

– подходит для любых типов фар (галоген, ксенон, LED, лазерные),

– возможность интеграции с диагностическим программным обеспечением.

Недостатки:

– высокая стоимость оборудования,

– требует обучения персонала,

Составим сравнительную таблицу методов настройки света фар (таблица 10).

Таблица 10 – Сравнительная таблица методов настройки света фар

| Критерий | Регулировка по экрану | Оптическая камера |
|---|---|---|
| Точность | Средняя | Высокая |
| Стоимость | Низкая | Высокая |
| Скорость настройки | Зависит от оператора | Быстрая |
| Применимость | Базовые фары | Все типы фар |

Для гаражного использования подойдет метод с экраном из-за простоты и дешевизны.

В профессиональных сервисах предпочтительна оптическая камера, так как обеспечивает точность и соответствует современным стандартам.

В перспективе развитие автоматизированных систем с ИИ-анализом и адаптивной регулировкой.

### 3.1 Контроль и регулировка светового пучка фар

Процесс контроля и регулировки светового пучка фар включает подготовку, диагностику, регулировку и фиксацию результатов, обеспечивая соответствие светового потока нормативным требованиям.

Подготовка оборудования и автомобиля:

- установка мобильного измерительного устройства напротив фар (расстояние 5–10 м или согласно методике проверки);
- обеспечение ровной площадки и правильной загрузки автомобиля (топливный бак ≥ 50%, водитель/груз при необходимости);
- очистка стекол фар, линз и отражателей от загрязнений;
- прогрев фар (5–10 мин) для стабилизации светового потока.

Контроль параметров света.

Фиксация положения оптического модуля относительно оси автомобиля (лазерный нивелир или видеокамера с разметкой).

Измерение параметров:

- граница светотени (резкость и угол наклона для ближнего света);
- интенсивность освещения (люксметром в контрольных точках);
- симметричность пучка (сравнение левой/правой фары);
- сравнение данных с нормативами (ГОСТ Р 41.112-2005, ECE R48 и другими).

Регулировка фар:

- корректировка угла наклона (винтами на корпусе фары или через ЭБУ в современных авто);
- проверка положения после каждой регулировки (цикл: измерение → настройка → повторная проверка);
- юстировка (если требуется) для ксеноновых/светодиодных фар с электронным управлением.

Фиксация результатов.

– автоматическое/ручное сохранение отчетов (в том числе графиков, фотофиксации);
– печать или отправка клиенту (при интеграции с CRM автосервиса).

Особые случаи.

Биксеноновые фары – раздельная проверка ближнего/дальнего света.

Адаптивное освещение – тестирование в динамике (поворотные фары).

Нестандартные системы (лазерные фары, матричный свет) – требуется спецоборудование.

## 3.2 Технологическая карта контроля и регулировки светового потока фар

Технологический процесс контроля и регулировки светового потока фар, общей трудоёмкостью 0,63 чел.-ч., выполняется слесарем 4-го разряда. Подробное описание с визуализацией этапов представлено на листе 6 графической части ВКР

# 4 Безопасность и экологичность мобильного устройства для тестирования и настройки светового потока фар автомобиля

Автомобилестроение – сложная отрасль с многоэтапным производственным циклом, требующая комплексного подхода к вопросам безопасности.

Согласно данным Международной организации труда (ILO):

- ежегодно происходит 2,78 миллионов смертей из-за профессиональных заболеваний;
- 374 миллиона несчастных случаев на производстве с потерей трудоспособности;
- экономические потери достигают 3,94% мирового ВВП.

Структура отраслевых рисков:

- травмы при работе с прессами (42% случаев),
- отравления парами красок (23%),
- поражения током (15%),
- падения с высоты (12%).

В таблице 11 представлен сравнительный анализ по странам (в % от ВВП).

Таблица 11 – Сравнительный анализ затрат на несчастные случаи (% ВВП) по странам

| Страна | Затраты (% ВВП) | Особенности регулирования |
|---|---|---|
| Германия | 2,8-3,2% | Система обязательного страхования Berufsgenossenschaften |
| США | 3,1-3,5% | Workers' compensation + судебные иски |
| Япония | 2,6-2,9% | Пожизненные компенсации при профзаболеваниях |
| Россия | 3,5-4,1% | Высокий уровень скрытого травматизма |
| Бразилия | 4,2-4,8% | Неформальный сектор до 35% занятости |

Типичные затраты на 1 тяжелый несчастный случай составляют:

- Европа: 250000-400000 евро;
- США: 500000-1200000 долларов (с учетом судебных исков);

– Китай: 800000-1500000 йен.

В работе необходимо учитывать специфические риски и современные тенденции отрасли.

Рассмотрим особенности производственной и экологической безопасности в автомобилестроении.

Технологические риски:

– работа с прессовым оборудованием (риск травматизма),
– сварочные операции (опасность возгораний, поражения током),
– окрасочные работы (взрывоопасность, токсичные испарения),
– конвейерные линии (движущиеся механизмы).

К мерам обеспечения безопасности относится:

– автоматизация опасных процессов (роботизированная сварка и покраска; автоматические прессы с оптической защитой; конвейеры с датчиками присутствия персонала);
– системы контроля (мониторинг концентрации ЛВЖ в окрасочных цехах; термоконтроль электрооборудования; видеонаблюдение за опасными зонами);
– защита персонала (специальные СИЗ для разных участков (термостойкая одежда для сварщиков, респираторы для маляров); антистатические комплекты для работы с электроникой; системы принудительной вентиляции.

Основные источники воздействия на экологическую безопасность:

– выбросы лакокрасочных материалов,
– сточные воды гальванических производств,
– отходы полимерных материалов,
– шумовое воздействие испытательных стендов.

Таким образом, современное автомобилестроение требует интегрированного подхода к безопасности, сочетающего технические инновации, экологическую ответственность и экономическую эффективность.

В долгосрочной перспективе каждый рубль, вложенный в профилактику профессиональных рисков, приносит предприятию ориентировочно 3-5 рублей совокупной выгоды за счет синергетического эффекта от улучшения всех ключевых показателей деятельности.

### 4.1 Структурно-функциональный анализ

Для детального исследования сборочного цикла, либо технологического процесса обслуживания, включая его конструктивные параметры и организационно-технические условия, необходимо разработать технологический паспорт (таблица 12).

Таблица 12 – Технологический паспорт технологического процесса тестирования и настройки светового потока фар автомобиля

| Технологический процесс | Технологическая операция, вид выполняемых работ | Наименование должности работника, выполняющего технологический процесс, операцию | Оборудование, техническое устройство, приспособление | Материалы, вещества |
|---|---|---|---|---|
| «Тестирование и настройка светового потока фар автомобиля | 1 Установка устройства перед автомобилем в исходное положение.<br>2 Установка измерительной головки с оптической камерой в рабочее положение.<br>3 Установка устройства по ориентирующему устройству.<br>4 Проверка света фар и при необходимости их регулировка.<br>5 Завершение проверки | Слесарь по ремонту автомобилей 4 разряда | Установка для проверки и регулировки светового потока фар, отвертки | Защитные хлопчатобумажные перчатки, спецодежда, протирочная ветошь» [5]. |

Данный документ является обязательным требованием для:

- технически сложных изделий,
- продукции, подлежащей обязательной сертификации,
- оборудования с повышенными требованиями безопасности.

Функциональное назначение технологического паспорта:

- систематизация производственных данных – фиксация ключевых параметров сборки;
- обеспечение контроля качества – регламентация технологических норм и допусков;
- оптимизация технического обслуживания – упрощение диагностики и ремонта;
- повышение безопасности эксплуатации – четкие инструкции по монтажу и обслуживанию

Преимущества оформления паспорта:

- упрощение процедур сертификации и аудита,
- снижение рисков производственного брака,
- повышение прозрачности технологических процессов,
- обеспечение соответствия международным стандартам (ISO, ГОСТ, ТР ТС).

Таким образом, технологический паспорт служит не только формальным требованием, но и практическим инструментом управления качеством на всех этапах жизненного цикла изделия.

### 4.2 Идентификация профессиональных рисков

Комплексная оценка производственных угроз является ключевым элементом системы охраны труда, направленной на сохранение здоровья персонала и устойчивую работу предприятия.

Реализация данного процесса требует последовательного выполнения четырех взаимосвязанных этапов:

- выявление потенциальных угроз: комплексное обследование рабочих мест на предмет наличия физических факторов (шум, вибрация, излучение), химических агентов (токсичные вещества, аэрозоли), биологических опасностей (микроорганизмы, аллергены), психофизиологических нагрузок (стресс, монотонность операций), эргономических проблем (неудобные позы, чрезмерные нагрузки);
- количественная и качественная оценка угроз: расчет вероятности возникновения опасных ситуаций; прогнозирование возможного ущерба здоровью сотрудников; ранжирование рисков по степени значимости;
- разработка защитных мер: внедрение многоуровневой системы защиты, включающей технические усовершенствования (модернизация оборудования); организационные изменения (оптимизация рабочих процессов); средства индивидуальной защиты; целевые программы обучения персонала; периодические контрольные проверки;
- динамический контроль и совершенствование: регулярный аудит условий труда; анализ эффективности принятых мер; своевременная корректировка защитных мероприятий.

Практическая значимость систематической оценки производственных рисков заключается в:

- создании безопасной рабочей среды,
- предупреждении профессиональных заболеваний,
- снижении экономических потерь от несчастных случаев,
- повышении производственной дисциплины,
- обеспечении соответствия требованиям регуляторных органов.

Реализация данного подхода позволяет трансформировать систему охраны труда из формального требования в действенный инструмент повышения эффективности производства.

В представленной таблице 13 систематизированы данные по выявленным профессиональным рискам, характерным для процесса тестирования и настройки светового потока фар автомобиля.

Таблица 13 – Результаты идентификации профессиональных рисков

| Операция | ОиВПФ в соответствии с ГОСТ 12.0.003-2015 ССБТ «Опасные и вредные производственные факторы. Классификация» | Источник возникновения ОиВПФ |
|---|---|---|
| «1 Установка устройства перед автомобилем в исходное положение.<br>2 Установка измерительной головки с оптической камерой в рабочее положение.<br>3 Установка устройства по ориентирующему устройству.<br>4 Проверка света фар и при необходимости их регулировка.<br>5 Завершение проверки | «Острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях деталей автомобиля, устройства | Элементы конструкции деталей автомобиля, устройства |
| | Запыленность и загазованность воздуха | Поднимающаяся пыль от инструмента, ног, шум базовой машины |
| | Движущиеся машины и механизмы, подвижные части оборудования | Элементы конструкции базовой машины, навесного оборудования» [12]. |
| | «Возможность поражения электрическим током | Инструмент в зоне проведения технического обслуживания |
| | Отсутствие или недостаток естественного света | Недостаточное количество окон, световых колодцев в помещении, где производится технологический процесс» [12]. |
| | «Динамические нагрузки. Статические, связанные с рабочей позой<br>Напряжение зрительных анализаторов<br>Монотонность труда, вызывающая монотонию | Однообразно повторяющиеся технологические операции.<br>Операции, требующие повышенного внимания и точности» [12] |

Оценка рисков проведена по методике ГОСТ 12.0.230-2007. Таблица позволяет наглядно сопоставить технологические операции с соответствующими рисками и разработать комплекс профилактических мероприятий для минимизации профессиональных заболеваний и травматизма.

### 4.3 Методы и средства снижения профессиональных рисков

Для эффективного снижения профессиональных рисков применяется комплекс технических, организационных и индивидуальных мер.

Технические решения:

- автоматизация опасных процессов (роботизированные линии),
- установка защитных ограждений и блокировок,
- внедрение систем принудительной вентиляции,
- использование инструментов с антивибрационными свойствами.

Организационные мероприятия:

- оптимизация режимов труда и отдыха,
- введение ротации персонала на вредных участках,
- разработка четких регламентов безопасной работы,
- организация производственного контроля.

Средства индивидуальной защиты:

- специализированные костюмы (термостойкие, химически стойкие),
- антистатические комплекты,
- респираторы с многоуровневой фильтрацией,
- защитные каски с системой вентиляции.

Инженерные разработки:

- системы дистанционного управления,
- датчики контроля опасных факторов,
- аварийные остановы оборудования,

– звуковая и световая сигнализация.

Профилактические программы:

– медицинские осмотры,
– специальная оценка условий труда,
– тренинги по безопасности,
– психологическая поддержка.

Особое внимание уделяется:

– внедрению цифровых систем мониторинга,
– использованию эргономичного инструмента,
– применению экологичных материалов,
– совершенствованию технологических процессов.

Реализация данных мер позволяет:

– снизить уровень травматизма на 40-60%,
– уменьшить профзаболеваемость,
– повысить производительность труда,
– обеспечить соответствие международным стандартам.

Эффективность применяемых методов регулярно оценивается через:

– анализ показателей травматизма,
– медицинскую статистику,
– результаты специальной оценки условий труда,
– опросы сотрудников.

Для эффективного решения обозначенных проблем необходимо:

– применять нормативно-обоснованные меры,
– реализовывать адресные мероприятия,
– обеспечивать системный контроль.

Нормативно-обоснованные меры по снижению профессиональных рисков представлены в таблице 14.

Таблица 14 – Мероприятия по снижению профессиональных рисков

| Профессиональный риск | Мероприятия для уменьшения профессиональных рисков | Средства индивидуальной защиты |
|---|---|---|
| «Движущиеся машины и механизмы, подвижные части оборудования | Организационно-технические мероприятия:<br>– инструктажи по охране труда;<br>– содержание технических устройств в надлежащем состоянии | Спецодежда, соответствующая выполняемой работе (спецобувь, спецодежда, средства защиты органов дыхания, зрения, слуха)» [12]. |
| «Острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях автомобиля | Выполнение на регулярной основе планово-предупредительного обслуживания.<br>Эксплуатация технологического оборудования в строгом соответствии с инструкцией.<br>Санитарно-гигиенические мероприятия:<br>– обеспечение работника СИЗ, смывающими и обеззараживающими средствами;<br>– предохранительные устройства для предупреждения перегрузки оборудования;<br>– знаки безопасности, цвета, разметка по ГОСТ 12.4.026-2015;<br>– обеспечение дистанционного управления оборудованием | Спецодежда, соответствующая выполняемой работе (спецобувь, спецодежда, средства защиты органов дыхания, зрения, слуха)» [12]. |
| «Повышенный уровень шума | Мониторинг здоровья работников:<br>– систематическое проведение аудиометрии для сотрудников шумных цехов;<br>– создание индивидуальных аудиограмм для отслеживания динамики слуха;<br>– включение исследований в программу периодических медосмотров.<br>Инструктаж по:<br>– правилам эксплуатации СИЗ органов слуха;<br>– технике подбора и применения противошумных устройств;<br>– методам проверки плотности прилегания защитных средств.<br>Техническая модернизация:<br>– плановый контроль уровня шума оборудования | Защитные противошумные наушники, беруши противошумные» [20]. |

Продолжение таблицы 14

| Профессиональный риск | Мероприятия для уменьшения профессиональных рисков | Средства индивидуальной защиты |
|---|---|---|
| | – внедрение шумопонижающих технологий (вибрационные демпферы, звукоизолирующие кожухи, акустические экраны);<br>– приоритетная замена устаревшего шумного оборудования.<br>Организация рабочего процесса:<br>– введение регламентированных «тихих пауз»;<br>– создание зон акустической разгрузки;<br>– оптимизация графика работы с учетом шумовой нагрузки.<br>Тренинги по:<br>– техникам стрессоустойчивости;<br>– методам звуковой релаксации;<br>– профилактике слухового утомления.<br>Консультации корпоративного психолога<br>Инженерные решения:<br>– установка звукопоглощающих панелей;<br>– применение антивибрационных креплений;<br>– модернизация вентиляционных систем;<br>– использование шумоподавляющих материалов | |
| «Возможность поражения электрическим током | Образовательные мероприятия:<br>– проведение специализированных курсов по принципам безопасной эксплуатации электроустановок, методам идентификации опасных участков, правилам применения электрозащитных средств;<br>– организация регулярных тематических семинаров с разбором реальных случаев<br>Практическая подготовка<br>– ежеквартальные тренировки по алгоритмам действий в | Индивидуальные защитные и экранирующие комплекты для защиты от электрических полей» [12]. |

Продолжение таблицы 15

| Профессиональный риск | Мероприятия для уменьшения профессиональных рисков | Средства индивидуальной защиты |
|---|---|---|
| | аварийных ситуациях, технике безопасного отключения оборудования, особенностям работы под напряжением;<br>– внедрение системы ежегодной аттестации электротехнического персонала.<br>Техническая защита:<br>– оснащение рабочих мест современными устройствами защитного отключения, диэлектрическими коврами и инструментами, сигнализаторами напряжения, заземляющими устройствами нового поколения.<br>Профилактический контроль:<br>– внедрение системы планово-предупредительных ремонтов:<br>– ежемесячный осмотр силовых линий,<br>– термографический контроль соединений,<br>– диагностика изоляции электрооборудования,<br>– ведение электронного журнала технического состояния.<br>Административный надзор:<br>– реализация трехступенчатой системы контроля,<br>– ежедневный осмотр ответственным лицом,<br>– еженедельная проверка начальником участка,<br>– месячная комиссионная инспекция,<br>– автоматизированная система учета нарушений<br>Медицинское сопровождение:<br>– углубленные медосмотры для электротехперсонала: проверка нервной системы, контроль сердечно-сосудистых показателей, тесты на скорость реакции | |

Продолжение таблицы 14

| Профессиональный риск | Мероприятия для уменьшения профессиональных рисков | Средства индивидуальной защиты |
|---|---|---|
| Отсутствие или недостаток естественного света | Оптимальное расположение рабочих мест с акцентом на естественный свет (размещение столов и зон активности рядом с окнами или в хорошо освещённых участках).<br>Использование прозрачных конструкций для свободного проникновения дневного света (стеклянные перегородки, светопропускающие стены или другие решения, обеспечивающие равномерное освещение без искусственных источников) | – |
| «Напряжение зрительных анализаторов. Статические нагрузки, связанные с рабочей позой | Оздоровительно-профилактические мероприятия:<br>– медицинские осмотры (предварительный (при поступлении на работу) и периодические (в течение трудовой деятельности) и других медицинских осмотров согласно ст. 212 ТК РФ;<br>– правильное оборудование рабочих мест, обеспечение технологической и организационной оснащенности средствами комплексной и малой механизации;<br>– используемые в работе оборудование и предметы должны быть удобно и рационально расположены на столе» [27]. | – |
| «Монотонность труда | – чередование задач и ротация видов деятельности, периодическая смена рабочих операций для предотвращения однообразия и поддержания вовлеченности;<br>– внедрение элементов автономности и разнообразия, предоставление сотрудникам возможности влиять на порядок выполнения задач и варьировать методы работы; | – |

Продолжение таблицы 14

| Профессиональный риск | Мероприятия для уменьшения профессиональных рисков | Средства индивидуальной защиты |
|---|---|---|
| | – регламентированные перерывы , введение коротких перерывов для отдыха и смены активности в течение рабочего дня;<br>– использование технологических решений, автоматизация рутинных процессов и применение интерактивных систем для повышения вариативности труда;<br>– психологическая разгрузка и мотивация, организация зон отдыха, проведение мини-тренингов или использование геймификации для поддержания интереса;<br>– оптимизация эргономики рабочего места, создание комфортных условий, снижающих физическое и эмоциональное напряжение (например, регулируемая мебель, динамическое освещение).<br>Мероприятия подбираются с учетом специфики труда и рекомендаций по охране здоровья (СНиП, СанПиН, ТК РФ). | |

Данный подход гарантирует не только формальное соблюдение требований охраны труда, но и создание по-настоящему безопасной производственной среды. Все мероприятия должны быть задокументированы и включены в систему управления охраной труда предприятия.

### 4.4 Обеспечение пожарной безопасности технического объекта

План пожарной безопасности – это документ, регламентирующий порядок действий при пожаре, эвакуации людей и материальных ценностей, а также меры по предотвращению возгораний.

Этот план должен быть доступен всем сотрудникам и регулярно пересматриваться.

План пожарной безопасности содержит:

- ответственных за пожарную безопасность;
- профилактику (проверки оборудования, хранение горючих материалов);
- порядок действий при пожаре: оповещение (сигнализация, вызов МЧС); эвакуация (схемы путей, сборные пункты); тушение (огнетушители, пожарные краны);
- проверки и обновления (регулярные тренировки, корректировка плана).

Производим анализ потенциальных источников пожаров и определяем опасные факторы, способные их вызвать (таблица 15).

Таблица 15 – Идентификация классов и опасных факторов пожара

| Участок | Оборудование | Класс пожара | Опасные факторы пожара | Сопутствующие проявления факторов пожара |
|---|---|---|---|---|
| «Зона ТО | Технологическое оборудование, применяемое в зоне ТО | В | Пламя и искры, повышенная температура окружающей среды, повышенная концентрация токсичных продуктов горения и термического разложения | Образующиеся в процессе пожара осколки, части разрушившихся строительных зданий, инженерных сооружений, оборудования, технологических установок» [17]. |

Классификация пожарной техники (по ГОСТ Р 53325-2012 и нормам МЧС) включает следующие основные категории:

- первичные средства пожаротушения: огнетушители (пенные, порошковые, углекислотные, хладоновые); пожарные щиты и инвентарь (вёдра, лопаты, ящики с песком, кошмы (противопожарные полотна), багры, топоры, ломы);

– «пожарные автомобили: основные (АЦ – автоцистерны, АНР – насосно-рукавные); специальные (автолестницы, дымоудаление, аварийно-спасательные);
– пожарные поезда, суда, вертолёты (для спецобъектов);
– мотопомпы (переносные насосы для воды);
– установки пожаротушения: автоматические системы (водяные (спринклерные, дренчерные), газовые, порошковые, аэрозольные);
– пожарные краны и рукава (в зданиях)» [12];
– пожарная сигнализация и связь (извещатели (дымовые, тепловые, ручные);
– приёмно-контрольные приборы (ПКП);
– системы оповещения (громкоговорители, световые табло);
– средства индивидуальной защиты (СИЗ) для пожарных: костюмы, каски, дыхательные аппараты (ДАСВ), теплоотражающие экраны; для эвакуируемых: противогазы, самоспасатели (например, «Феникс»);
– специальная техника: роботы-пожарные (для АЭС, химических объектов); термокамеры и тепловизоры для поиска очагов.

«Выполним классификацию средств пожаротушения, применяемых для данного технического объекта:

– первичные средства пожаротушения – внутренний пожарный кран, щит пожарный с песком и инвентарем (лом, багор пожарный, топор, комплект для резки электропроводов, лопата совковая, полотно асбестовое), универсальный огнетушитель порошковый ОП-10 – 1 шт., воздушно-пенный огнетушитель ОВП-12 – 1 шт.;
– мобильные средства пожаротушения предназначены для тушения пожаров с возможностью перемещения (мотопомпа для тушения возгораний);

– стационарные средства пожаротушения состоят из трубопроводов, в случае с наполнением из воды, пара или пены. Система трубопроводов соединяет автоматические устройства и оборудование. Приборы реагируют на повышенную температуру, сигнал передается на датчики. Затем происходит включение насосов, подающих воду» [16].

Разработка планов действий по пожарной безопасности – обязательная процедура для организаций, зданий и сооружений, регламентированная ФЗ №69 «О пожарной безопасности» и Правилами противопожарного режима в РФ.

Цели разработки планов:

– предотвращение пожаров (профилактика нарушений);
– обеспечение безопасности людей (эвакуация, первая помощь);
– минимизация ущерба (быстрое тушение, защита имущества);
– соответствие закону (избежание штрафов и приостановки деятельности).

Рассмотрим основные виды планов по пожарной безопасности.

План эвакуации при пожаре состоит из графической части (схема путей эвакуации, выходы, места огнетушителей) и текстовой инструкции (действия персонала, вызов МЧС, порядок отключения оборудования).

Разработка и размещение плана обязателена для всех общественных зданий, офисов, школ, больниц и так далее.

Инструкция о мерах пожарной безопасности включает в себя Правила содержания территории, электрооборудования, хранения ЛВЖ (легковоспламеняющихся жидкостей), порядок проведения огневых работ, ответственных лиц и их обязанности.

План противопожарных мероприятий содержит:

– регулярные проверки (электропроводки, систем сигнализации);
– обучение персонала (инструктажи, тренировки);
– техническое обслуживание средств пожаротушения.

План ликвидации аварийных ситуаций оформляется для опасных объектов (АЗС, склады ГСМ, химические производства). Включает взаимодействие с МЧС, локализацию возгораний, защиту окружающей среды.

Разработка планов состоит из 5 этапов:

- анализ объекта (категория пожарной опасности, особенности здания);
- определение рисков (где возможны возгорания, слабые места);
- разработка документов (схемы, инструкции, приказы);
- согласование (при необходимости – с МЧС или экспертами);
- обучение персонала и проведение тренировок.

Разрабатываем планы соблюдения требований пожарной безопасности при тестировании и настройки светового потока фар автомобиля (таблица 16).

Таблица 16 – Перечень мероприятий по пожарной безопасности при тестировании и настройки светового потока фар автомобиля

| Мероприятия, направленные на предотвращение пожарной опасности и обеспечению пожарной безопасности | Предъявляемые требования к обеспечению пожарной безопасности |
|---|---|
| «Наличие сертификата соответствия продукции требованиям пожарной безопасности | Все приобретаемое оборудование должно в обязательном порядке иметь сертификат качества и соответствия» [15] |
| «Обучение правилам и мерам пожарной безопасности в соответствии с Приказом МЧС России 645 от 12.12.2007 | Проведение обучения, а также различных видов инструктажей по тематике пожарной безопасности под роспись» [22] |
| «Проведение технического обслуживания, планово-предупредительных ремонтов, модернизации и реконструкции оборудования | Выполнение профилактики оборудования в соответствии с утвержденным графиком работ. Назначение приказом руководителя лица, ответственного за выполнение данных работ» [24] |
| «Наличие знаков пожарной безопасности и знаков безопасности по охране труда по ГОСТ | Знаки пожарной безопасности и знаки безопасности по охране труда, установленные в соответствии с нормативно-правовыми актами РФ» [15]. |
| «Рациональное расположение производственного оборудования без создания препятствий для эвакуации и использованию средств пожаротушения | Эвакуационные пути в пределах помещения должны обеспечивать безопасную, своевременную и беспрепятственную эвакуацию людей |

Продолжение таблицы 16

| Мероприятия, направленные на предотвращение пожарной опасности и обеспечению пожарной безопасности | Предъявляемые требования к обеспечению пожарной безопасности |
|---|---|
| Обеспечение исправности, проведение своевременного обслуживания и ремонта источников наружного и внутреннего противопожарного водоснабжения | Не допускается использование неисправных средств пожаротушения также средств с истекшим сроком действия» [26] |
| «Разработка плана эвакуации при пожаре в соответствии с требованиями статьи 6.2 ГОСТ Р 12.2.143-2009, ГОСТ 12.1.004-91 ССБТ | Наличие действующего плана эвакуации при пожаре, своевременное размещение планов эвакуации в доступных для обозрения местах |
| Размещение информационного стенда по пожарной безопасности | Наличие средств наглядной агитации по обеспечению пожарной безопасности» [15] |

Рассмотрим обязанности работодателя по пожарной безопасности.

Контроль горючих отходов: не допускать скопления легковоспламеняющихся материалов, включить регулярную уборку в систему противопожарных мер.

Обучение персонала: четко разъяснять сотрудникам риски, связанные с используемыми материалами и технологическими процессами; вводный инструктаж для новых работников; ознакомить каждого нового сотрудника с разделами плана пожарной безопасности, которые касаются его личной защиты в ЧС.

Техническое обслуживание оборудования: проводить плановые проверки и ремонт теплогенерирующих установок, чтобы исключить риск возгорания.

## 4.5 Обеспечение экологической безопасности рассматриваемого технологического процесса тестирования и настройки светового потока фар автомобиля

Экологическая безопасность – это комплекс мер, направленных на сохранение природных систем и предотвращение их разрушения в результате человеческой деятельности.

Ключевые аспекты:

- защита экосистем от загрязнения, истощения и необратимых изменений;
- рациональное использование ресурсов (воды, почвы, воздуха, биоразнообразия);
- минимизация антропогенного воздействия на окружающую среду.

Основные направления:

- контроль загрязнений (промышленные выбросы, отходы, химические вещества);
- сохранение биоразнообразия (защита редких видов, восстановление лесов);
- устойчивое развитие (баланс между экономикой и экологией).

Экологическая безопасность – не просто синоним охраны природы, а системный подход к гармоничному взаимодействию человека и окружающей среды.

Выполняем идентификацию негативных (вредных, опасных) экологических факторов, возникающих при технологическом процессе тестирования и настройки светового потока фар автомобиля и сведем их в таблицу 17.

Таблица 17 – Идентификация негативных (вредных, опасных) экологических факторов

| Технологический процесс | Антропогенное воздействие на окружающую среду: | | |
|---|---|---|---|
| | атмосферу | гидросферу | литосферу |
| «Тестирование и настройка светового потока фар автомобиля | Мелкодисперсная пыль в воздушной среде, испарения смазочно-охлаждающей жидкости с поверхности новых деталей. | Масло трансмиссионное | Спецодежда пришедшая в негодность, твердые бытовые / коммунальные отходы коммунальный мусор), металлический лом, стружка» [11]. |

Последствия игнорирования негативных факторов

- ухудшение здоровья населения (респираторные, онкологические заболевания).
- деградация экосистем (исчезновение видов, опустынивание).
- экономические потери (ущерб сельскому хозяйству, туризму).
- климатические катастрофы (учащение экстремальных погодных явлений).

Составляем сводную таблицу 18 с мероприятиями по минимизации вреда от пыли и СОЖ.

Таблица 18 – Сводная таблица с мероприятиями по минимизации вреда от пыли и СОЖ

| Вредный фактор | Способ устранения | Примечание |
|---|---|---|
| Мелкодисперсная пыль | Фильтрация:<br>– циклоны – грубая очистка крупных частиц (эффективность ~70–80%);<br>– рукавные фильтры – задерживают частицы до 1 мкм (эффективность 95–99%);<br>– электрофильтры – для субмикронной пыли (используют коронный разряд);<br>– мокрые скрубберы – улавливание пыли водой (актуально для литейных цехов). | – |
| Испарения СОЖ и масляных аэрозолей | Маслоуловители (коалесцентные фильтры) – отделяют масло от воздуха.<br>Угольные адсорбенты – для летучих органических соединений (ЛОС).<br>Плазменно-каталитические очистители – разложение паров СОЖ на $CO_2$ и $H_2O$ | ПДК для металлической пыли – 0,5–10 мг/м³ (зависит от металла).<br>ПДК для масляных аэрозолей – 5 мг/м³ (СанПиН 1.2.3685-21). |
| Отходы различного типа:<br>– металлическая стружка и лом;<br>– промасленная ветошь, спецодежда;<br>– твердые коммунальные отходы (ТКО) | Переплавка на металлургических заводах.<br>Обезжиривание и сжигание в спецпечах.<br>Сортировка и захоронение/переработка.<br>Регенерация или сжигание в цементных печах | – |

Продолжение таблицы 18

| Вредный фактор | Способ устранения | Примечание |
|---|---|---|
| Опасные отходы | Масла (код 4 13 101–4 13 110). Промасленные материалы (код 4 13 201–4 13 204) – класс опасности 3–4 | – |

Идентификация вредных экологических факторов – первый шаг к разработке стратегий устойчивого развития и снижению антропогенной нагрузки на природу.

Выводы по разделу.

В рамках обеспечения производственной и экологической безопасности проекта выполнены следующие работы:

- составлен технологический паспорт процесса тестирования и настройки светового потока фар автомобиля;
- проведена оценка профессиональных рисков с разработкой эффективных методов их минимизации;
- определен класс пожарной опасности производства, выявлены ключевые факторы возгорания и предложены превентивные меры;
- проанализировано воздействие на окружающую среду при сборке оборудования, разработан комплекс природоохранных мероприятий.

# Заключение

В соответствии с поставленной целью, в рамках выполнения ВКР было разработано мобильное устройство для тестирования и настройки светового потока фар автомобиля.

В ходе реализации проекта успешно выполнены такие ключевые этапы:

- детально изучена существующая автомобильная система освещения;
- сформированы четкое техническое задание и техническое предложение, разработаны рекомендации по использованию конструкции;
- представлен подробный технологический регламент контроля и настройки световых приборов автомобиля;
- обеспечено всестороннее рассмотрение вопросов производственной безопасности и экологической устойчивости устройств диагностики фары, выявлены потенциальные опасности и предложены меры минимизации рисков.

Ключевой инновационной чертой представленного прибора для тестирования и настройки автомобильных фар стала уникальная конструкция подвижной платформы. Она оснащена специальным механизмом фиксации тележкой в транспортировочном положении посредством поворота колеса и блокировки оператора вручную через нажатие специальной педали. Это значительно упрощает перемещение оборудования вдоль произвольной траектории и способствует точной установке измерительного инструмента перед испытуемой фарой. Такая модификация существенно улучшает эргономику рабочего процесса, сокращает временные затраты на проведение измерений и повышает точность регулирования света фар.

## Список используемой литературы и используемых источников

1 Акимов С.В., Чижков Ю.П. Электрооборудование автомобилей. Учебник для ВУЗов. - М.: ЗАО «КЖИ «За рулем», 2004. 384 с.

2 Вахламов В. К. Техника автомобильного транспорта: Подвиж. состав и эксплуатац. свойства: Учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по специальности «Организация перевозок и упр. на трансп. (автомобил. трансп.) направления подгот. дипломир. специалистов «Организация перевозок и упр. на трансп.» / В.К. Вахламов. Москва: Academia, 2004 (ГУП Сарат. полигр. комб.). 521 с.

3 Галкин В. И. Транспортные машины: учебник для вузов. Москва: Издательство «Горная книга»: Издательство МГГУ, 2010. 587 с.

4 Горина Л. Н. Раздел выпускной квалификационной работы «Безопасность и экологичность технического объекта». Учеб.-метод. пособие / Л. Н. Горина, М. И. Фесина ; ТГУ ; Ин-т машиностроения ; каф. «Управление промышленной и экологической безопасностью». ТГУ. Тольятти: ТГУ, 2018. 41 с.

5 Детали машин: учеб. для вузов [Текст] / Л. А. Андриенко [и др.] ; под ред. О. А. Ряховского. - 2-е изд., перераб. ; Гриф МО. Москва: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2004. 519 с.

6 ИПФ-01 [Электронный ресурс]. URL: http://www.meta-moscow.ru/ru/store/diagnosticheskoe-oborudovanie/ipf-01.html (дата обращения: 16.02.2025).

7 Малкин, В.С. Устройство и эксплуатация технологического оборудования предприятий автомобильного транспорта [Электронный ресурс]: электрон. учеб. пособие / В. С. Малкин; ТГУ; Ин-т машиностроения; каф. "Проектирование и эксплуатация автомобилей". Тольятти: ТГУ, 2016. 451 с.

8 Пат. 163967 Российская Федерация, МПК G01M11/06 (2006.01). Прибор для проверки и регулировки света фар [Текст] / Малкин В.С. ;

заявитель и патентообладатель Малкин В.С. - № 2016103461/28; заявл. 02.02.2016 ; опубл. 20.08.2016, Бюл. № 23, 4 с.

9 Пат. 2157982 Российская Федерация, МПК G01M11/06 (2000.01). Устройство для контроля регулировки фар транспортных средств [Текст] / Новаковский Л.Г.; заявитель ЗАО «ФАРОС-АВТО», патентообладатель Новаковский Л.Г - № 2157982 ; заявл. 26.06.1998 ; опубл. 20.10.2000, Бюл. №29, 3 с.

10 Прибор для регулировки фар с люксометром и опт. прицелом 684D ОМА [Электронный ресурс] . URL: http://www.auto-viko.ru/shop/product/1033 (дата обращения: 16.02.2025).

11 Прибор проверки света фар ОПК [Электронный ресурс]. URL: http://www.garotrade.ru/production/pribory_proverki_i_regulirovki_sveta_far/opk/ (дата обращения: 20.02.2025).

12 Система стандартов безопасности труда. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты = Occupational safety standards system. Electric safety. General requirements and nomenclature of kinds of protection [Текст] : государственный стандарт Союза ССР ГОСТ 12.1.019-79 (СТ СЭВ 4830-84) : введен 01.07.80 / Государственный комитет СССР по стандартам. - Москва : Изд-во стандартов, 1987. 6 с.

13 Суворов, Г. А. Гигиеническое нормирование производственных шумов и вибраций [Текст] / Г. А. Суворов, Л. Н. Шкаринов, Э. И. Денисов. - М.: Медицина, 1984. 240 с.

14 Сухочев Г. А. Разработка технологического процесса изготовления детали: Учеб. пособие / Г.А. Сухочев, К.А. Яковлев; М-во образования Рос. Федерации, Воронеж. гос. лесотехн. акад. Воронеж: ВГЛТА, 2002. 67 с.

15 Транспортное обеспечение производства: учебное пособие / О. А. Лукашук, В. С. Великанов, А. А. Маркина, К. Ю. Летнев ; Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б. Н. Ельцина. Екатеринбург: УрФУ, 2024. 133 с.

16 ТФ-01 [Электронный ресурс]. URL: http://www.meta-moscow.ru/ru/store/diagnosticheskoe-oborudovanie/tf-01.html#product_ specification (дата обращения: 03.03.2025).

17 Фары [Электронный ресурс]. URL: http://wiki.zr.ru/%D0%A4%D0%B0%D1%80%D1%8B (дата обращения: 16.092.2025).

18 Arnold, M. Simulation Algorithms in Vehicle System Dynamics / M. Arnold // Technical Report 27. - Martin-Luther-University Halle, Department of Mathematics and Computer Science, 2004. 27 p.

19 Lowndes, E.M. Development of an Intermediate DOF Vehicle Dynamics Model for Optimal Design Studies / E.M. Lowndes, - Raleigh, 1998. 209 p.

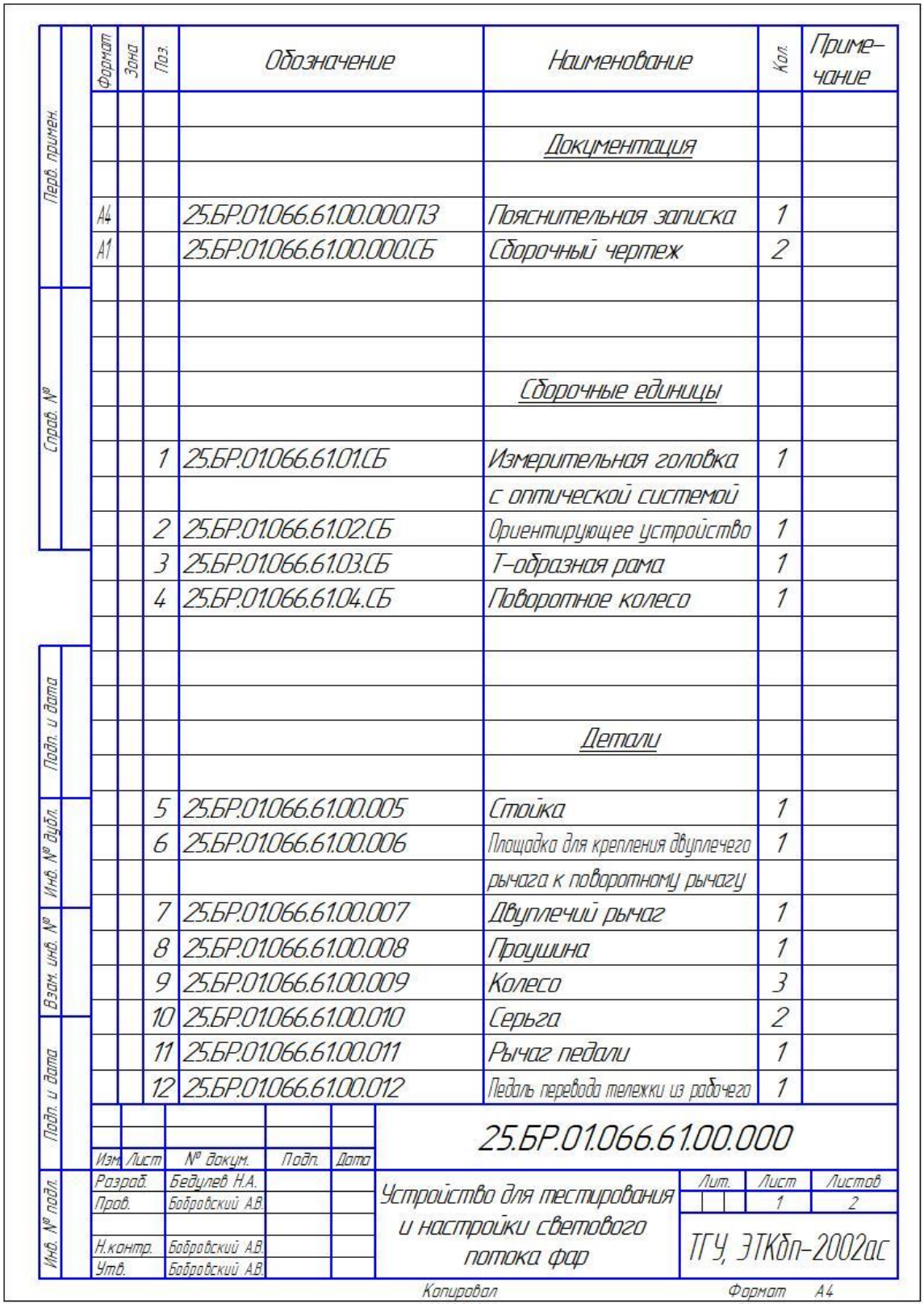
20 Pettersson, M. Driveline Modeling and Control / M. Pettersson. Linkoping, 1997. 150 p.

21 Puhs, Allen E., Hybrid vehicles. CRC Press, London, NewYork 2009. 505 p.

22 Wagner G. Transmission options / Gerhard Wagner// Automotive Engineering International. 2001. Vol. 7 (109). 64-70 p.

Приложение А

**Спецификация**



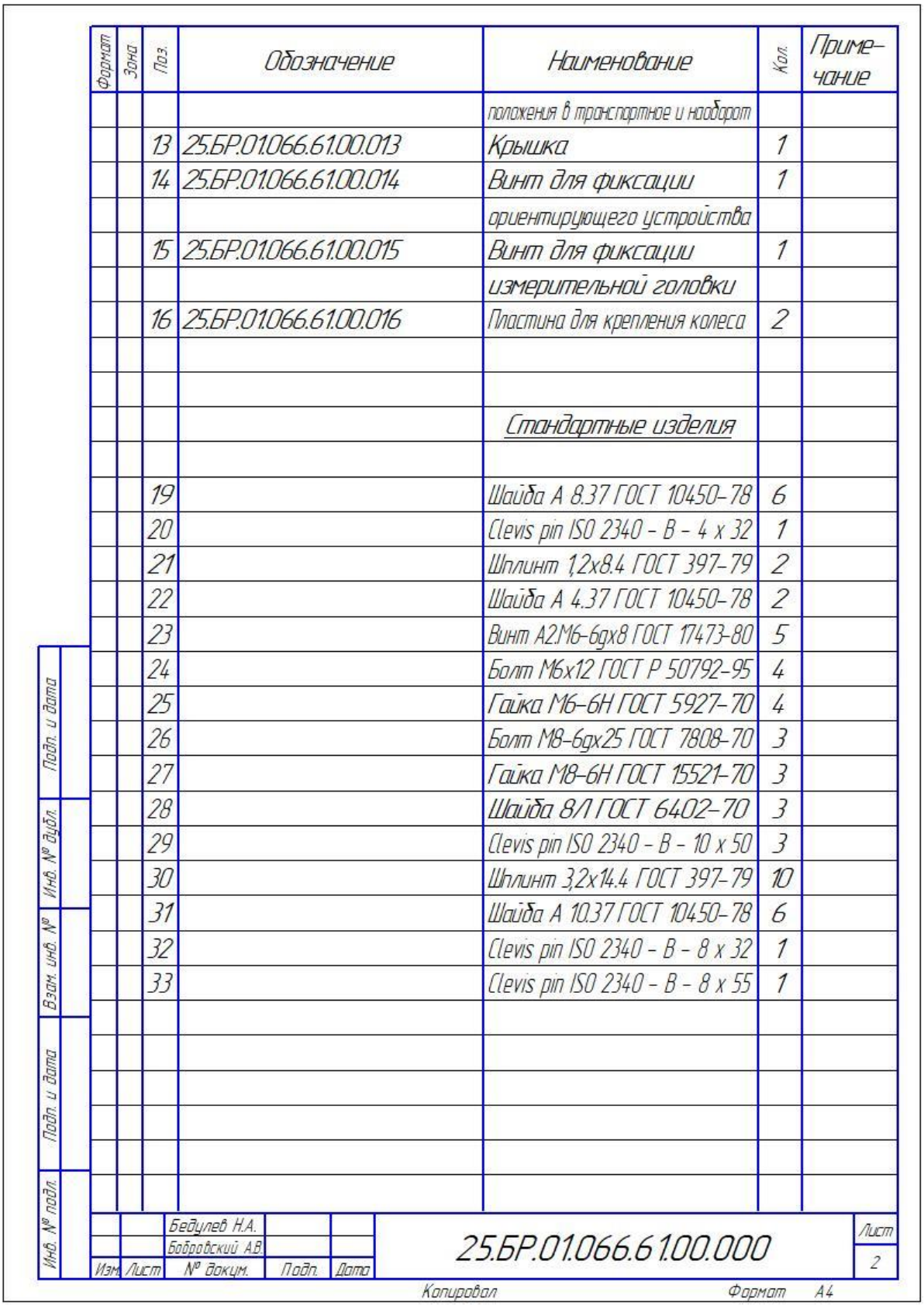
| Формат | Зона | Поз. | Обозначение | Наименование | Кол. | Приме-чание |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | |
| | | | | Документация | | |
| | | | | | | |
| A4 | | | 25.БР.01.066.61.00.000.ПЗ | Пояснительная записка | 1 | |
| A1 | | | 25.БР.01.066.61.00.000.СБ | Сборочный чертеж | 2 | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | Сборочные единицы | | |
| | | | | | | |
| | | 1 | 25.БР.01.066.61.01.СБ | Измерительная головка | 1 | |
| | | | | с оптической системой | | |
| | | 2 | 25.БР.01.066.61.02.СБ | Ориентирующее устройство | 1 | |
| | | 3 | 25.БР.01.066.61.03.СБ | Т-образная рама | 1 | |
| | | 4 | 25.БР.01.066.61.04.СБ | Поворотное колесо | 1 | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | Детали | | |
| | | | | | | |
| | | 5 | 25.БР.01.066.61.00.005 | Стойка | 1 | |
| | | 6 | 25.БР.01.066.61.00.006 | Площадка для крепления двуплечего | 1 | |
| | | | | рычага к поворотному рычагу | | |
| | | 7 | 25.БР.01.066.61.00.007 | Двуплечий рычаг | 1 | |
| | | 8 | 25.БР.01.066.61.00.008 | Проушина | 1 | |
| | | 9 | 25.БР.01.066.61.00.009 | Колесо | 3 | |
| | | 10 | 25.БР.01.066.61.00.010 | Серьга | 2 | |
| | | 11 | 25.БР.01.066.61.00.011 | Рычаг педали | 1 | |
| | | 12 | 25.БР.01.066.61.00.012 | Педаль перевода тележки из рабочего | 1 | |

Перв. примен. | Справ. № | Подп. и дата | Инв. № дубл. | Взам. инв. № | Подп. и дата | Инв. № подл.

| Изм. | Лист | № докум. | Подп. | Дата | 25.БР.01.066.61.00.000 | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Разраб. | | Бедулев Н.А. | | | Устройство для тестирования и настройки светового потока фар | Лит. | Лист 1 / Листов 2 |
| Пров. | | Бобровский А.В. | | | | | |
| Н.контр. | | Бобровский А.В. | | | | ТГУ, ЭТКбп-2002ас | |
| Утв. | | Бобровский А.В. | | | | | |

Копировал Формат А4

Рисунок А.1 – Спецификация на мобильное устройство для тестирования и настройки светового потока фар автомобиля



| Формат | Зона | Поз. | Обозначение | Наименование | Кол. | Приме-чание |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | положения в транспортное и наоборот | | |
| | | 13 | 25.БР.01.066.61.00.013 | Крышка | 1 | |
| | | 14 | 25.БР.01.066.61.00.014 | Винт для фиксации | 1 | |
| | | | | ориентирующего устройства | | |
| | | 15 | 25.БР.01.066.61.00.015 | Винт для фиксации | 1 | |
| | | | | измерительной головки | | |
| | | 16 | 25.БР.01.066.61.00.016 | Пластина для крепления колеса | 2 | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | Стандартные изделия | | |
| | | | | | | |
| | | 19 | | Шайба А 8.37 ГОСТ 10450-78 | 6 | |
| | | 20 | | Clevis pin ISO 2340 - B - 4 x 32 | 1 | |
| | | 21 | | Шплинт 1,2x8.4 ГОСТ 397-79 | 2 | |
| | | 22 | | Шайба А 4.37 ГОСТ 10450-78 | 2 | |
| | | 23 | | Винт А2.М6-6gx8 ГОСТ 17473-80 | 5 | |
| | | 24 | | Болт М6x12 ГОСТ Р 50792-95 | 4 | |
| | | 25 | | Гайка М6-6Н ГОСТ 5927-70 | 4 | |
| | | 26 | | Болт М8-6gx25 ГОСТ 7808-70 | 3 | |
| | | 27 | | Гайка М8-6Н ГОСТ 15521-70 | 3 | |
| | | 28 | | Шайба 8Л ГОСТ 6402-70 | 3 | |
| | | 29 | | Clevis pin ISO 2340 - B - 10 x 50 | 3 | |
| | | 30 | | Шплинт 3,2x14.4 ГОСТ 397-79 | 10 | |
| | | 31 | | Шайба А 10.37 ГОСТ 10450-78 | 6 | |
| | | 32 | | Clevis pin ISO 2340 - B - 8 x 32 | 1 | |
| | | 33 | | Clevis pin ISO 2340 - B - 8 x 55 | 1 | |

Подп. и дата | Инв. № дубл. | Взам. инв. № | Подп. и дата | Инв. № подл.

Бедулев Н.А.
Бобровский А.В.

Изм. Лист № докум. Подп. Дата

25.БР.01.066.61.00.000

Лист 2

Копировал Формат А4

Рисунок А.2 – Спецификация на мобильное устройство для тестирования и настройки светового потока фар автомобиля