

Использование уравнения Пуассона позволило напрямую использовать проекции угловых скоростей вращения основания, полученных с гироскопов, что значительно упростило как программную модель, так и разработку алгоритмов интегрирования. Выбор алгоритмов Рунге-Кутты был продиктован их распространённостью и достаточно высокой точностью.

В целом программная модель позволяет использовать различные типы чувствительных элементов и является универсальной. Она позволяет проводить исследования прецизионных МЭМС датчиков при различных законах движения.

1. Ярема А.Д. Выбор датчиков угловой скорости для бесплатформенной инерциальной системы навигации / Погляд у майбутнє Приладобудування: IX науково-практична конференція студентів та аспірантів Збірка тез / НТУУ «КПІ». – Киев, 2016 С. 25-26.
2. Сапегин А.М., Бугаёв Д.В. Программная модель бесплатформенной системы ориентации

на базе инерциального измерительного модуля MAX21105 // Вісник Інженерної академії України. – 2016. – Вип. 1. – С.119-122.

3. Система моніторингу стану технічного обладнання на базі інерціального вимірювального модуля STIM210 / Я.О. Ярема, О.М. Сапегін // Методи та засоби неруйнівного контролю промислового обладнання : збірник тез доповідей 5-ї науково-практичної конференції студентів і молодих вчених, 24-25 листопада 2015 р., м. Івано-Франківськ. – 2015. – С. 239–241.
4. Свідоцтво № 64218 України про реєстрацію авторського права на твір. Комп'ютерна програма «Мікромеханічна безплатформова система орієнтації» [Текст] Сапегін О.М., Бугайов Д.В., Півторак Д.О. (Україна); заявник та власник Сапегін О.М., Бугайов Д.В., Півторак Д.О. - № 64703; заявл. 23.12.2015; зареєстровано 26.02.2016 р. в Державному реєстрі свідоцтв про реєстрацію авторського права на твір.

УДК 624.94

## ДЕТАЛИ ВТОРИЧНОЙ ОПТИКИ АДАПТИВНЫХ ОПТИЧЕСКИХ СИСТЕМ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ С ВОЗМОЖНОСТЬЮ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ РАЗЛИЧНЫХ СВЕТОДИОДОВ

**Сернов С.П., Балохонов Д.В.**

*Белорусский национальный технический университет  
Минск, республика Беларусь*

Светодиоды являются современным источником света с высокой эффективностью преобразования электрической энергии в световую, поэтому в настоящее время все больше транспортных средств оснащаются оптическими системами светосигнального назначения со светодиодами в качестве основного источника света. Кроме того, номенклатура выпускаемых светодиодов постоянно расширяется, что делает расчет деталей вторичной оптики для какого-либо определенного наименования светодиодов нецелесообразным: из-за крайне быстрой сменяемости поколений светодиодов приходится постоянно разрабатывать новые детали вторичной оптики с одинаковой функциональностью.

Из-за этого целесообразным является разработка такой детали вторичной оптики, чтобы она позволяла использовать различные типы светодиодов с похожим распределением силы света и одинаковым световым потоком.

Для разработки подобной детали вторичной оптики необходимо соблюсти следующие условия:

*Условие квазиточечности источника света* – источник света (светодиод) должен иметь такие

размеры, чтобы его можно было считать точечным по отношению к детали вторичной оптики, что позволяет значительно упростить расчеты.

Если источник света имеет сравнительно большой размер (например, светодиоды фирмы Philips типа LHC1, изготовленные по технологии COB с диаметром излучающей поверхности 18 мм), то его можно разделить на области и применять данный принцип к ним при расчете несимметричной детали вторичной оптики.

*Условие охвата источника света* – источник света должен быть охвачен деталью вторичной оптики так, чтобы световой поток источника использовался как можно полнее.

С учетом данных условий, а также все возрастающих требований к равномерности засветки излучающей поверхности светосигнальных изделий транспортных средств наиболее перспективной формой детали вторичной оптики будет асферическая неизображающая охватывающая линза с развитой задней отражающе-пропускающей поверхностью, схема профиля которой приведена на рисунке 1.

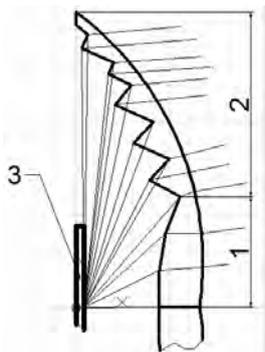


Рисунок 1 – Приблизительная форма профиля неизображающей охватывающей линзы с развитой задней поверхностью (пояснения в тексте)

За счет своей отражающей части 2 данная деталь обеспечивает надежное освещение центральной области стандартного распределения силы света, в то же время создавая достаточно равномерную засветку периферии излучающей поверхности. Потери на отражение невелики, так как применяется принцип полного внутреннего отражения. Рассеивание света также незначительно, так как источник света 3 находится сравнительно далеко от рабочих поверхностей (выполняется условие квазиточечности).

За счет своей пропускающей части рабочей поверхности 1 данная деталь вторичной оптики засвечивает периферические области стандартного распределения силы света. Даже если условие квазиточечности нарушается (или выполняется не полностью), то есть наблюдается значительное угловое рассеяние света, световой поток источника света не теряется, так как у стандартного распределения силы света граничные углы составляют как минимум 20 градусов от оптической оси.

Побочным эффектом от рассеяния света является почти равномерное освещение практически всей области стандартного распределения силы света, что позволяет удовлетворить требования по перепадам освещенности, одновременно обеспечивая видимость оптической системы практически со всех необходимых углов. При этом этот полезный эффект наблюдается как при использовании практически точечных источников света, так и при использовании источников света значительного размера.

Кроме этого, описанный подход позволяет «перемешать» свет источника и уменьшить цве-

товой растр, что является практически необходимым условием надежной работы светосигнального оборудования белого цвета свечения.

Принципы конструирования, описанные выше, были частично (не полностью выполнено условие охвата источника света) реализованы в конструкции детали вторично оптики нецилиндрической формы для выполнения функции габаритного огня заднего комбинированного фонаря транспортного средства, общий вид которой приводится на рисунке 2.

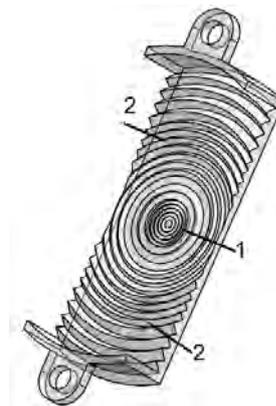


Рисунок 2 – Общий вид детали вторичной оптики для выполнения функции фонаря полного габарита

Данная деталь вторичной оптики имеет центральную часть 1 осесимметричной формы, которая обеспечивает засветку периферической части стандартного распределения силы света и работает на пропускание. Благодаря рассеянию света, засветка получается равномерной. Центральная часть стандартного распределения силы света освещается периферической частью 2 детали вторичной оптики, одновременно обеспечивая визуализацию периферической части детали вторичной оптики.

Распределение силы света разработанной детали вторичной оптики полностью соответствует Правилам ЕЭК ООН №7 для габаритных огней транспортных средств.

Следует отметить, что ввиду расчета формы детали вторичной оптики модифицированным методом накопительного суммирования частичных световых потоков ее форма является технологичной и пригодна для литья под давлением, а толщина детали не превышает четырех миллиметров, что делает ее массу малой и позволяет быть устойчивой к вибрациям.