

При юстировке прицела необходимо обеспечить оптимальный баланс между усилием, прикладываемым к маховикам 5 механизма выверки и усилием, прикладываемым при закручивании оправы компонента 6, обеспечивающего деформацию пружины 15. В соответствии с рекомендациями [2] и с учётом эргономических требований предъявляемых к измерительным оптическим приборам, величина крутящего момента на рукоятках точной настройки $\varnothing 19$ мм находится в пределах 2,3...5,0 Н·м. Этого усилия вполне достаточно для плавной работы резьбового соединения винт-гайка механизма выверки с посадкой М5-6Н/г6 (II класс точности), обеспечивающей суммарную величину зазоров:

$$\Delta_{5\min} = 0,004 \text{ мм и } \Delta_{5\max} = 0,020 \text{ мм.}$$

В подвижном шаровом шарнирном соединении наружной полусферы 11 $\varnothing 30$ мм и двух установочных колец 12 и 13 с внутренними коническими поверхностями, суммарная величина зазоров составит:

$$\Delta_{11\min} = 0 \text{ мм и } \Delta_{11\max} = 0,294 \text{ мм.}$$

Для деталей коллиматорного прицела проведен расчёт размерной цепи в осевом направлении, который показал, что для компенсации ширины замыкающего звена необходима установка промежуточного кольца 14

толщиной $s_{14} = 0,4$ мм и пружинной шайбы 15 толщиной $s_{15} = 2,0$ мм. Функциональные свойства пружинного кольца 15 будут соблюдаться при обеспечении условия максимальной величины его деформации $f_{15} \leq 1/2s_{15}$. Исходя из усилия, прикладываемого к оправе компонента 6 (34 Н), материала пружинного кольца (Сталь 65Г) и равновесного состояния всей юстируемой системы $f_{15\max} \sim 0,95$ мм.

При сборке требуемая толщина прокладки 14 и пружинной шайбы 15 подбираются селективно из заранее подготовленного комплекта.

Коллиматорный прицел дополнительно может комплектоваться телевизионным прицелом с защищенным радиоканалом, наглазным дисплеем с индикацией, адаптивным прикладом специальной конструкции.

1. Прицел коллиматорный перископический ПКП-2С с комплектом доработки оружия: каталог / Продукция / Оптические и оптоэлектронные изделия / Прицелы коллиматорные для стрелкового оружия. Холдинг «БелОМО». 2010 – 2017. ОАО «БелОМО – ММЗ имени С.И. Вавилова». http://belomo.by/catalog/optical-and-opto-electronic-products/priceli_kollimatornie_dlya_strelkovogo_oruziya/pkp_2c.
2. Справочник конструктора опτικο-механических приборов / Под общ. ред. В.А. Панова. – Л.: Машиностроение, 1980. – 742 с.

УДК 62-67:004.946: 303.732.4

МЕТОД ИМИТАЦИИ ТЕПЛООВОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ И АЛГОРИТМ ОБРАБОТКИ ИНФОРМАЦИИ ДЛЯ СИСТЕМ ВИРТУАЛЬНОЙ И ДОПОЛНЕННОЙ РЕАЛЬНОСТИ

Чернавчиц Д.А., Фёдорцев Р.В.

Белорусский национальный технический университет
Минск, Республика Беларусь

В результате интенсивного развития сферы информационных технологий происходит постоянное усовершенствование сопутствующих технических устройств, особенно в области игровой и мультимедийной продукции. Основной задачей становится слияние виртуального и реального мира в единое пространство. Общеизвестно, что классические сферы развлечения обеспечивают передачу информации через зрение 80% и слух 16%. В настоящее время разработано значительное количество устройств виртуальной реальности, однако фактически большинство из них ограничены возможностями создания 3D эффекта, т.е. обеспечивают только просмотр объёмного изображения. Технология 5D базируется на тактильных ощущениях и задействует: обоняние, осязание и вкус. Однако, для «полного погружения» в мир виртуальной и дополненной реальности необходимо также учитывать ещё четыре чувства: термощецию – чувство тепла (или его отсутствия) на нашей коже; эквипроцепцию – чувство равновесия, которое определяется содержащими жидкость

полостями в нашем внутреннем ухе; ноцицепцию – восприятие боли кожей, суставами и органами тела; проприоцепцию («осознание тела») – понимание того, где находятся части нашего тела, даже мы не чувствуем и не видим их [1].

Концепция разработки виртуальных очков развивается в двух направлениях: относительно недорогие модели рассчитаны для совместной работы со смартфонами и профессиональные модели такие как: Oculus CV1 и Rift DK2, Sony PlayStation VR, HTC Vive имеют собственный встроенный экран. За счёт близкого расположения экрана относительно глаз обеспечивается относительно небольшой угол обзора 85...110°. В различных вариантах исполнения устройства снабжаются встроенными датчиками акселерометра, гироскопа, приближения и магнитным датчиком. Разработаны также комбинированные устройства виртуальной реальности (очки HTC Vive & перчатки Manus VR) основанные на технологии позиционного отслеживания Lighthouse (рисунок 1). Перчатки имеют восьмичасовое время автономной работы и

программируемый вибрационный двигатель для тактильной обратной связи, а также SDK с открытым исходным кодом [2].



Рисунок 1 – Комплект оборудования для системы виртуальной реальности

Сущность предлагаемого метода заключается в том, чтобы позволить человеку дополнительно ощущать тепло, испускаемое виртуальными искусственными и биологическими объектами: открытый огонь, пламя костра, вспышка от взрыва или тепло живого существа. Алгоритм работы программного модуля представлен на рисунке 2.

Определение координат наблюдателя в пространстве осуществляется через систему внешних датчиков распределённых по периметру помещения и подключённых через внешние интерфейсы к PC (рисунок 3).

В качестве источников формирования теплового воздействия целесообразно использовать миниатюрные ИК излучатели, представляющие собой источники инфракрасного излучения модулируемые электрическим сигналом. Их принцип работы основан на работе резистивного нагревающего элемента установленного на тонкую диэлектрическую мембрану.

Биологическое действие лучистого тепла имеет ряд особенностей:

- прогревание более глубоких слоев кожи;
- образование в тканях биологически активных веществ (пирогенных), способствующих повышению температуры тела в органах за счёт усиления обмена веществ.

Однако при этом необходимо учитывать, что для органов зрения инфракрасные лучи, представляют опасность особенно в интервале волн длиной 0,7–15 мкм. Исследования Lengrand J.C. показали, что излучения с длиной волны 1,0–1,9 мкм особенно сильно нагревают хрусталик и водянистую часть глаза. Хилл, кроме того, указывает, что лучи с длиной волны больше 2,0–3,0 мкм вызывают стеснение дыхания и явления плохого самочувствия. Авторы [3] приводят следующие рекомендации Henschke С.І. по допустимой плотности (дозе) облучения при

излучении с различной спектральной характеристикой (таблица 1).

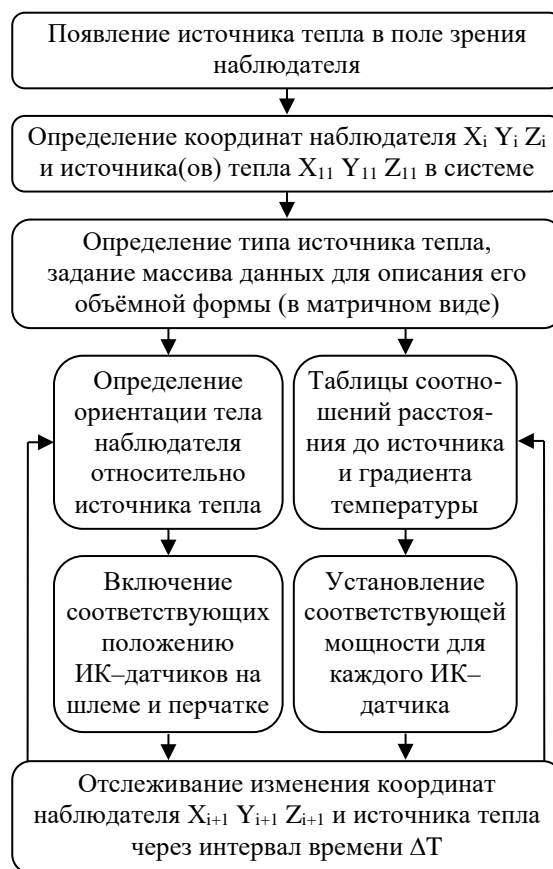


Рисунок 2 – Алгоритм работы термоощущения

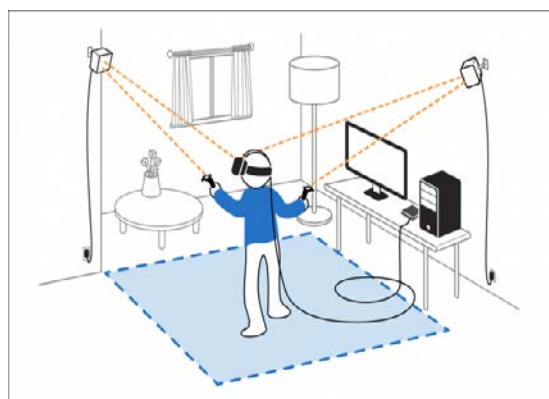


Рисунок 3 – Схема размещения датчиков

Таблица 1. Максимально допустимые дозы облучения для человека в диапазоне длин волн

Область спектра, мкм	Максимально допустимая плотность облучения, кал/см ² ·с	Поглощённое излучение в кал·см ² /с
0,7–8,0	1,15	1,08
0,7–3,0	1,62	1,49
0,3–3,5	1,71	1,54
0,6–1,3	3,17	2,38

Время переносимости тепловой радиации уменьшается с увеличением длины волны и её интенсивности. Таким образом, ИК-датчики целесообразно размещать внутри перчаток или внутри корпуса очков на лобной и височной части (рисунок 4).



Рисунок 4 – Схема размещения ИК-излучателей на очках HTC Vive

Основные технические характеристики наиболее подходящих моделей ИК-излучателей на кристалле AlGaAs компаний Lite-On и Hewlett-Packard представлены в таблице 2.

Таблица 2. Основные технические параметры ИК-излучателей

Модель	Исполнение	$2\beta, ^\circ$	Сила осевого излучения, мВт/ср
HSDL-4220	Светодиод 5 мм (T-1 3/4)	30	38
HSDL-4230		17	75
HSDL-4400	2×2 мм SMT	110	3
HSDL-4420		24	17

Рассматриваемые модели работают на длине волны $\lambda = 875$ мкм и отличаются низким энергопотреблением: прямое напряжение 1,5 В при $I_{FDC} = 50$ мА [4] [5].

1. Т. Кривомаз Сколько у человека чувств? Журнал «Фармацевт практик», №7-8 (127), 2014. С.16-17. https://issuu.com/kseppp/docs/fp_07-08_2014
2. The Manus VR Glove is a high-end data glove that brings intuitive interaction to virtual reality. Manus VR. 2017. <https://manus-vr.com/>
3. Борхерт Р., Юбиц В. Техника инфракрасного нагрева. Пер. с нем. Под ред. И.Б. Левитана. М.–Л.: Госэнергоиздат. 1963. – 278 с.
4. HSDL-44xx IR Emitter Series. Lite-On Technology Corporation. 2007. http://www.mouser.com/ds/2/239/P_100_HSDL-44xx%20DS%205989-3134EN%20Dec07-337162.pdf.
5. HSDL-42xx. Hewlett-Packard Co. 1999. http://www.mouser.com/ds/2/239/LiteOn_HSDL_4220_4230-195195.pdf.

УДК 623.4.052.52:535.8

ЭЛЕКТРОННЫЙ ТРЁХОСЕВОЙ ГИРОСТАБИЛИЗИРОВАННЫЙ ПОДВЕС ДЛЯ ВИДЕОКАМЕР

Аксеник А.С., Фёдорцев Р.В.

Белорусский национальный технический университет, Минск, Республика Беларусь

У электронного стабилизатора камера и ручка, за которую его удерживают, соединены двумя рамками, расположенными перпендикулярно друг другу. Между рамками присутствуют три шарнира, приводимых электромоторами. Каждый из этих электромоторов удерживает камеру от поворота по одной из трех осей. Эти три оси обычно называют по терминологии авиации:

Крен – наклон камеры влево-вправо.

Тангаж – наклон вперед-назад.

Рысканье – поворот вокруг вертикальной оси.

Также в конструкцию стабилизатора входят гироскопы, которые, собственно, определяют стремление камеры вращаться вокруг этих осей.

Из этого всего понятно, что даже в простейшем виде электронный стабилизатор представляет собой высокотехнологичное устройство, возможности которого раньше можно было реализовать только за очень большие деньги.

Операторы и режиссеры кино воодушевились, когда три года назад появились первые электронные системы стабилизации. Кадры,

прежде требовавшие дорогого оборудования, теперь можно было снять с относительно небольшим бюджетом. Некоторые из них, ранее казавшиеся практически невыполнимыми, теперь стали почти что простыми.

Тем не менее система стала жертвой множества проблем, свойственных первым поколениям продуктов. Настройка стабилизатора занимала целую вечность, а на его перезагрузку при замене аккумуляторов уходило драгоценное съемочное время. Расположение кабелей казалось небрежным, они часто цеплялись за предметы, останавливая съемку, при этом их внутренние элементы оголялись, подвергаясь воздействию окружающей среды. Первые версии были неплохими стабилизаторами, но иногда больше напоминали бета-версию, чем законченный продукт.

Кажется, компания, которая сделала электронные стабилизаторы популярными, поможет им пережить эволюцию. На решения, которые приняла iflight, явно повлияли операторы.