

ское расположение имплантата.

При анализе поведения модели варьирование значениями параметров дало возможность определить роль каждого из них на проявление синдрома, и, следовательно, рассмотреть множество его вариантов и сочетаний с другими симптомами.

На основе проведенных исследований был разработан биомеханический метод предоперационного прогнозирования результатов реконструктивных операций в герниологии на основе компьютерного моделирования и клинических исследований. Внедрение этого метода усовершенствовало информационное обеспечение системы прогнозирования состояния структур и позволило учесть индивидуальные особенности геометрических размеров структур брюшной стенки и патологии конкретного пациента, определить величину механического воздействия и технологию оперативного вмешательства, необходимого для восстановления брюшной стенки или паха при сохранении их функциональных свойств, и тем самым осуществить предоперационное прогнозирование результатов реконструктивных операций и состояния структур в герниологии.

УДК 628.981:621.321

А.А. Иванилов

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СВЕТОДИОДНОЙ ТЕХНОЛОГИИ ОСВЕЩЕНИЯ В ЭНДСКОПИЧЕСКОЙ ДИАГНОСТИКЕ

В эндоскопии качество оценки изображения складывается из потерь и искажения оптического тракта и параметров освещения объекта [3]. Осветитель содержит источник света (ИС), а способ его доставки в исследуемую зону решает конструкция самого эндоскопа. От характеристики и возможностей осветителя зависят:

- спектральный состав света (влияет на точность цветопередачи);
- освещенность (влияет на яркость объекта исследования);
- угол направленности (зона освещения);
- распределение излучения (равномерность и глубина освещения).

С исторической точки зрения так сложилось, что осветители развивались в сторону увеличения яркости, и каждый качественный скачок был вызван появлением новых типов ИС – ламп. Каждому типу присущи те или иные свойства, что позволило расширить спектр применений [1].

В современных эндоскопических системах, осветительный тракт в основном строится по двум схемам рис. 1 и 2, где 1 – лампа; 2 – отражатель; 3 – светофильтр; 4 – оптическая система; 5 – проксимальная линза; 6 – световолокно; 7 – дистальная линза; 8 – входная линза; 9 – конденсор; 10 – защитное стекло; 11 – система зеркал; 12 – объект исследования, и их модификаций.

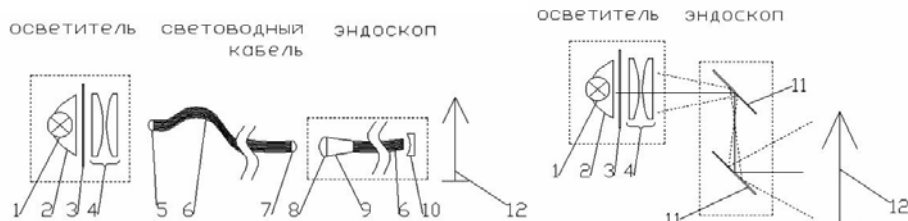


Рис. 1. Осветительный тракт

Рис. 2. Осветительный тракт

С изобретением световедущего волокна открылась возможность миниатюризации самих эндоскопов и появления у них дополнительных степеней свободы, ценой увеличения светового сопротивления (потери при передаче), что решалось увеличением мощности ИС осветителя на рис. 1 по сравнению с осветителем на рис. 2.

Пример эндоскопов на рис. 1: лапароскоп, гистероскоп, оториноларингоскоп, бронхоскоп, гастроскоп и т.д., на рис. 2 – примеры эндоскопов: микроскоп, отоскоп, ларингоскоп, проктоскоп и т.п.

Другим основным элементом осветителя является проекционная оптическая система 4, собирающая свет от лампы на торец световодного кабеля, диаметр которого обычно не превышает 5 мм, с заданным углом направленности пучка таким образом, чтобы минимизировать потери света в световодном кабеле. Дело в том, что световодный кабель пропускает лишь те лучи света, угол падения которых на него не превышает определенной величины, называемой предельным апертурным углом. Проекционная система должна собирать свет от лампы таким образом, чтобы в световом пучке не было лучей, падающих под углами, большими, чем предельный апертурный угол. Светофильтр 3 срезает инфракрасную составляющую спектра и сглаживает спектральные характеристики ИС к требуемым характеристикам осветителя.

Компания CREE первая освоила и начала промышленный выпуск мощных светодиодов “белого света”. Сравнивая спектральные энергетик ИС светодиода (рис.3)[5] и металлогалоидной медицинской лампы (рис.4) [7], можно увидеть неравномерность последней (мощные пики вне основного спектра, приводят к окрашиванию объекта в нежелательные цвета).

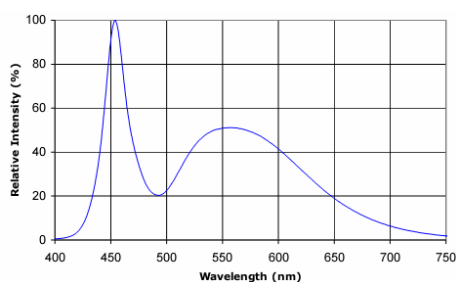


Рис.3 «Светодиод XR-E Cree»

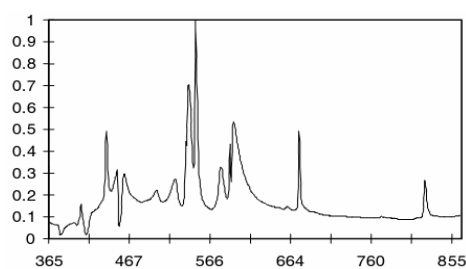


Рис.4 «Лампа M21E WelchAllyn»

Каждому типу ИС присуща его цветовая температура, на практике они объединены в основные три группы:

- теплый белый 2600...3200 К;
- естественный белый 4200...4800 К;
- холодный белый 5000...7000 К.

Выбор осветителя с определённой цветовой температурой осуществляется врачом и зависит больше от субъективных факторов – его навыков и методик обучения работы с данным эндоскопом. На сегодняшний день врачи используют эндоскопы как для наблюдения глазом, так и с применением видеокамер. Современные видеокамеры позволяют работать с любым типом ИС, для этого в них предусмотрен мощный алгоритм коррекции цвета «Баланс белого». Производители ИС при производстве используют разные системы измерений [2], одни представляют «Спектральное распределение» (рис. 5), вторые – «Хроматические координаты» (рис. 6). Идеальные характеристики ИС для каждой цветовой температуры представлены на рис. 5.

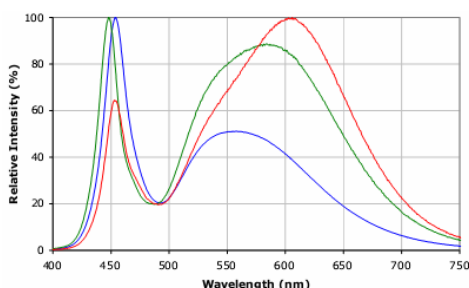


Рис.5. Спектральное представление

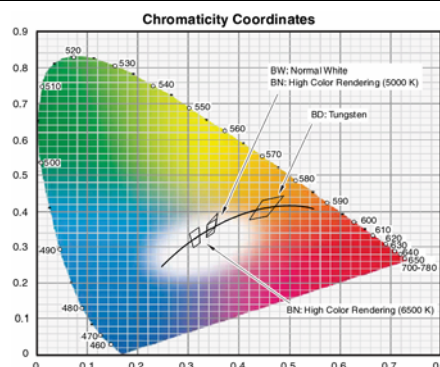


Рис.6. Баланс белого

Экспериментальные результаты и обсуждение.

Световедущие системы, реализованные по рис. 1, накапливают потери света по формуле $\tau = 0,95N_{кр} 0,991 0,9N$, где $N_{кр}$ – число поверхностей стекло/воздух; l – суммарная толщина стёкол; N – число зеркальных поверхностей.

Потери складываются в основном на переходе сред передачи энергии. Так, в табл. 1 представлены опытные замеры освещенности (по схеме рис. 1), от типового осветителя и одинаковых типов эндоскопа «Лапароскоп Ø10мм 0°», от разных производителей.

Таблица 1

№	Производитель эндоскопа Ø10мм 0°	лк, (H=30 мм)
1	Без эндоскопа (дистальный конец световодного жгута)	270 000
2	Азимут (Россия)	92 100
3	Эллипс (Россия)	87 200
4	Karl Storz (Германия)	93 400

Из табл. 1 видно, как компонентный состав эндоскопа и его схема влияет на передачу света. Разница в освещении «без эндоскопа» и с эндоскопом в несколько раз даёт возможность в творческом поиске альтернативной схемы передачи света! Либо использовать ИС большой энергетической мощности 100–300 Вт, верхний предел ограничен возможностями световолокна.

Эффективность основных типов ИС представлена в табл. 2.

Таблица 2

№	Источник света	Типовая светотдача, Лм/Вт	% Эффект. к Еобщ.	Диапазон мощностей, Вт	Цветовая температура, Кельвин
1	Лампа накаливания	12	9	0,05–150	2600–3200
2	Вольфрамовые галогенные	30	13	0,5–500	2900–3600
3	Компактные флуоресцентные	45	25	1–100	4800–9000
4	Ксеноновые	80	25	50–5000	5000–7000
5	Металлогалогидные	90	30	15–2000	5000–7000
6	Светодиодные лампы	170* (до 250)	45	До 20*	2600–9000

*на январь 2008 г, в лаборатории компании CREE.

В рамках исследования было разработано несколько моделей осветителей на светодиодах. ИС служила светодиодная лампа XR-E7090 в исполнении XLD-AL-003WHT-C производства XLight, со светоотдачей 100 Лм/Вт. В сравнении также использовались осветители ОЖЭ-1 (металлогалоидный) и ОЖЭ-5 (галогеновый), производства «НПК «Азимут» [4]. Измерения уровня освещения производились люксметром ELVOS LM-1010 с мишенью $\varnothing 50$ мм. Световодный кабель $\varnothing 5$ мм длиной 2,2 м.

На диаграмме рис. 7 представлен измеренный уровень освещения в люксах, создаваемый осветителем на двух типовых дистанциях ($h=30$ мм и $h=50$ мм).

Расчётный уровень яркости ИС в люменах:

5 Вт (Светодиод) = $100 \cdot 0,45 \cdot 5 = 225$.

21 Вт (Металлогалоидная) = $90 \cdot 0,3 \cdot 21 = 567$.

150 Вт (Галогеновая) = $30 \cdot 0,13 \cdot 150 = 585$.

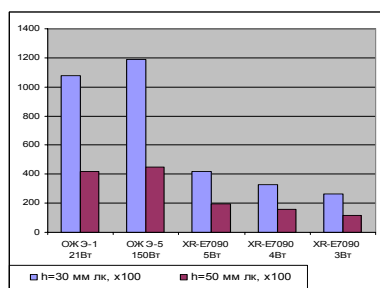


Рис. 7. Измеренный уровень освещения

Соотношение расчётной яркости и измеренной освещенности для типовых ИС – постоянно. Уровень освещения, создаваемый 5 Вт светодиодом на дистанции $h=30$ мм равен уровням других осветителей на дистанции $h=50$ мм, а это врач почти всегда может скорректировать.

Выводы. Светодиодные лампы белого света достигли в своём развитии возможности их использования в эндоскопических медицинских осветителях [4, 6]. Основные преимущества светодиодных технологий:

- заданная спектральная характеристика;
- малое энергопотребление;
- высокий КПД;
- срок службы 30 000 – 100 000 часов;
- менее требовательны к тепловым режимам работы;
- нет конструктивных ограничений по установке.

В результате исследований выявился новый факт, что ряд диагностических процедур из разряда стационарно выполнимых (гастроскопию) можно выполнить в мобильных условиях, за счёт снижения веса осветителя, применяя химические источники питания. Также стоит отметить, что термостабилизация кристалла светодиода находится в более низком температурном диапазоне $90 \dots 125$ °С, против галогеновых и металлогалоидных (ксенонных) ламп $200 \dots 350$ °С, а это можно уже решать без использования активного теплоотвода [1], что также способствует снижению энергозатрат.

20 Вт (Светодиод) = $170 \cdot 0,45 \cdot 20 = 1530$ лм.

50 Вт (Металлогалоидная) = $90 \cdot 0,3 \cdot 50 = 1350$ лм.

175 Вт (Ксеноновая) = $80 \cdot 0,25 \cdot 175 = 3500$ лм.

250 Вт (Галогеновая) = $30 \cdot 0,13 \cdot 250 = 975$ лм.

Автор благодарит профессора Е.П. Попечителя за помощь в работе.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Полищук А.* Вопросы выбора мощных светодиодных ламп для светотехнических применений // Современная электроника – М. – 2006. – №1, – С. 20
2. *Стороженко А.И.* Пересчет координат цветности из системы цветов колориметра в систему XYZ // Научно-технический вестник. – СПб: – 2006. – Вып. 26. Исследования в области приборостроения. – С. 196–200.
3. *Якушенко Ю.Г.* Оптические системы фотоэлектрических устройств. – М.: Машиностроение, 1966, – 160 с.
4. www.azimut.spb.ru
5. http://www.cree.com/products/xlamp_portable_app.asp
6. http://www.fraensrl.com/images/Fraen_Microscope_tuberculosis.pdf
7. <http://www.walamp.com/lpd/index.tpl>

УДК 615.471

Д.С. Алексеев

О ТЕРМОСТАТИРОВАНИИ ПРИ ВИДЕОМИКРОСКОПИЧЕСКОМ ИССЛЕДОВАНИИ ДВИГАТЕЛЬНОЙ АКТИВНОСТИ ЦИЛИАРНОГО АППАРАТА

При видеомикроскопическом исследовании двигательной активности цилиарного аппарата измеряемой характеристикой обычно является частота биений ресничек мерцательного эпителия, вычисляемая при обесчёте видеоданных при помощи преобразования Фурье. Программно-аппаратный комплекс, реализующий метод компьютерной видеомикроскопии, включает в себя лабораторный микроскоп, компьютер с платой видеозахвата и программным обеспечением, реализующим процедуру спектрального анализа изменения яркости рабочей области биопробы, и устанавливаемую на микроскопе видеокамеру.

Первые работы по измерению параметров двигательной активности цилиарного аппарата [1, 2] не принимали во внимание необходимости термостатирования. Однако впоследствии значительная зависимость частоты биений ресниччатого эпителия от температуры была замечена, чему были посвящены специальные исследования [напр, 3], в которых для чистоты эксперимента использовали термостатированную камеру, в которую полностью помещается микроскоп. По-видимому, данное громоздкое и дорогое решение может быть обосновано при исследованиях, требующих точности поддержания температуры порядка сотых долей градуса и жестче, когда становится невозможным пренебречь конвекцией. Несмотря на полученные результаты, те же авторы в рекомендациях для типового комплекса исследований двигательной активности цилиарного аппарата в основную комплектацию не включают никаких устройств термостатирования [4], другие авторы считают необходимым включать блок термостатирования [5].

В итоге сошлись на мнении, что в рутинных исследованиях достаточно точности поддержания температуры около 1 К [6]. Такое сравнительно мягкое требование приводит авторов к мысли использования простого решения – термостатированного столика микроскопа, или термостолика. В процессе данного исследования на этапе перехода к наибольшему увеличению используется иммерсионный объектив, погружаемый в каплю иммерсионного масла, но даже авторы, специально подчеркивающие важность контроля температуры [7], не используют термостатирования объектива, а только указывают, что температуру контролировали.

Оценим степень влияния иммерсионного объектива на точность поддержания температуры.