

мезофильном сбраживании и 55°C – при термофильном сбраживании). По мере расходования биоматериала через бункер 7 добавляются новые порции биомассы и при закрытой задвижке 8 уплотняются поршнем 6. Выделяющийся при реакции биогаз поднимается в корпусе 1 наверх по осевому каналу 12, поступает в газосборник 14 и пройдя через гидрозатвор 15, через патрубок 16, отводится потребителю. Твердые фракции, остающиеся после процесса шнеком 3 перемещаются в канал сбора твердых отходов 18 и удаляется через патрубок 17.

*Аппарат имеет следующие преимущества:*

- имеет теплоизоляционный кожух, уменьшающий потери;
- имеет возможность регулировки режима брожения;
- нет необходимости предварительного измельчения отходов;
- процесс брожения происходит равномерно во всей камере.

*Вывод:*

На данную установку получен патент №188085 [1]. Установка лишена всех недостатков прототипа и, из-за возможности строить большие и малые модели, может использоваться как на мелких фермерских хозяйствах, так и на крупных предприятиях (винно-водочные заводы, станции очистки сточных вод и т.д.).

#### *Библиографический список*

1. Патент РФ №188085 на полезную модель «Биореактор для получения биогаза при переработке органических бытовых и сельскохозяйственных отходов». Авторы Мингазетдинов И.Х., Бурова И.Д., Розанов Г.Б., Андреева А.В., Смирнова С.В., Дмитрук И.Ю. Оpubл. 28.03.2019. Бюл. № 10.

УДК 535.8+617-089

### **ОЦЕНКА НОВОГО ПОДХОДА В ОСВЕЩЕНИИ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ УПРАВЛЯЕМОГО ХИРУРГИЧЕСКОГО ИСТОЧНИКА СВЕТА ДЛЯ ВИЗУАЛИЗАЦИИ ОРГАНОВ БРЮШНОЙ ПОЛОСТИ ЛАБОРАТОРНЫХ ЖИВОТНЫХ**

А.И. Красова<sup>1</sup>, Е.С. Серёгина<sup>1</sup>, В.В. Шуплецов<sup>1</sup>, А.В. Мамошин<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>ФГБОУ ВО «Орловский государственный университет имени И.С.

Тургенева», г. Орёл

<sup>2</sup>БУЗ «Орловская областная клиническая больница», г. Орёл

*В данной работе рассмотрены спектральные характеристики оптимального освещения операционного поля для визуализации органов эпигастральной области. Полученные данные будут использованы для построения спектрофотометрического атласа.*

**Ключевые слова:** хирургическое освещение, контрастная визуализация биологических тканей, светодиоды, контролируемые полупроводниковые источники света, биомедицинская оптическая визуализация.

# ANALYSIS OF THE SPECTRAL CHARACTERISTICS OF THE COLOR-DYNAMIC SURGICAL LIGHT SOURCE FOR VISUALIZATION OF LABORATORY ANIMAL'S EPIGASTRAL REGION

A. I. Krasova<sup>1</sup>, E. S. Seryogina<sup>1</sup>, V. V. Shupletsov<sup>1</sup>, A. V. Mamoshin<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Orel State University named after I.S. Turgenev, Orel

<sup>2</sup>Orel Regional Clinical Hospital, Orel

*The work describes the spectral characteristics of optimal illumination of the operating field for visualization of epigastric region organs. The obtained data will be used to develop a spectrophotometric atlas.*

**Key words:** *surgical lighting, contrast visualization of biological tissues, LEDs, controlled semiconductor light sources, biomedical optical imaging.*

В настоящее время множество оперативных вмешательств проводится на органах брюшной полости. Оптимальное освещение может облегчить задачу хирургу: правильно и быстро определить патологию, источники кровотечения или прободную язву желудка. Особенно важно распознать сосудистые ветви, нервные стволы и протоки, нарушение целостности которых, может привести к тяжелым осложнениям. Поэтому необходимо оснащать операционные залы современной световой аппаратурой [1,2]. На сегодняшний день наилучшими характеристиками обладают светодиодные источники освещения. Они дают свет близкий к дневному освещению, что улучшает зрительное восприятие операционного поля, а также снижает утомляемость и эмоциональное напряжение персонала. Такие светильники экономные и удобные в использовании за счет своих небольших размеров. В нашем исследовании используется возможность комбинирования цветов источника для улучшения зрительной визуализации тканей живого организма, повышения контрастности небольших структур, а также снижения зрительного дискомфорта у операционной бригады. [1]

Исследование проводилось с использованием контролируемого цветодинамического хирургического источника света [3] на основе мощного RGBW Phlatlight CBM-360 Luminus Inc. Программное обеспечение данного светильника позволяет изменять интенсивность четырех типов светодиодов: холодный белый (5000 K), красный (630 нм), синий (460 нм) и зеленый (520 нм). Для получения однородного светового участка размерами 20x20 см цветодинамический хирургический светильник был установлен на расстоянии 70 см от поверхности операционного поля. В лабораторных условиях на базе Орловского государственного университета им. И.С. Тургенев, были проведены *in vivo* исследования на животных. Экспериментальные исследования проводили на самцах мышей  $n = 2$  (6 месяцев) в соответствии с принципами надлежащей лабораторной практики GLP (согласно ГОСТ 33647-2015). Работа была одобрена этическим комитетом «ОГУ им. И.С. Тургенева» (протокол № 10 от 16 октября 2018 г.).

Во время исследования мышей анестезировали Zolilet 100 (Vibrac, Франция) в стандартных дозировках.

В ходе эксперимента проводилось определение оптимальных режимов освещения для визуализации органов брюшной полости *in vivo* на основании экспертной оценки операционной бригады. При выборе оптимальной комбинации освещения учитывались: равномерность и адекватная яркость освещения, четкость и контрастность анатомических структур, отсутствие зрительного и эмоционального дискомфорта от освещения. Для проведения анализа освещения был проведен общий осмотр брюшной полости и выбраны следующие органы эпигастральной области: печень, гепатодуоденальная связка, желудок и двенадцатиперстная кишка. Мощности освещения, задаваемые в программе управления источником света представлены в таблице 1. При освещении каждого отдельно взятого органа производилось изменение спектральных составляющих источника света для увеличения контрастности визуализации конкретной ткани.

Таблица 1 – Параметры в программе источника освещения

Место исследования	% от мощность освещения			
	красный	зеленый	синий	белый
Брюшная полость	24,30	16,53	12,31	46,86
Желудок и двенадцатиперстная кишка	34,26	23,17	1,45	41,13
Печень	47,08	28,21	17,95	6,76
Гепато-дуоденальная связка	36,12	25,23	1,94	36,71

Контроль параметров освещения, выбранных оптимальными, осуществлялся мобильным спектрометром МК350. Для дальнейшего изучения, анализа и составления базы данных оптимального цвета для работы с органами были получены значения освещенности и цветовые координаты  $x$  и  $y$  для каждой области исследования (таблица 2).

Таблица 2 – Параметры освещения органов

Место исследования	Параметры, отн.ед.		
	Освещенность, lx	$x$	$y$
Брюшная полость	2000	0,3988	0,4026
Желудок и тонкий кишечник	2300	0,4373	0,4316
Печень	15000	0,4194	0,3959
Гепато-дуоденальная связка	6015	0.403799	0.456433

В результате анализа было выявлено, что для оптимизации визуализации каждого органа в общей системе необходимо использовать свой вариант

освещенности. Для лучшей визуализации органов с высоким кровоснабжением было необходимо усиление красного цвета среди остальных параметров. Напротив, при необходимости контрастирования соединительнотканых структур на фоне паренхиматозной ткани печени, предпочтительно увеличение интенсивности зеленых и желтых источников освещения. При этом исследования *in vivo* позволяют установить цветовой баланс, чтобы возможно было визуализировать связь каждого органа с окружающими системами и органами.

В дальнейшем предлагаемые комбинации освещения данной области могут повлиять на принятие решений у членов хирургической бригады при оперативных вмешательствах на печени, желчевыводящих путях и желудочно-кишечном тракте.

Работа выполнена при поддержке Министерства науки и высшего образования Российской Федерации (грант 14.604.21.0187 of 26.09.2017, уникальный идентификатор: RFMEFI60417X0187).

#### *Библиографический список*

1. Мамошин А.В. et al. Оптимизация освещения операционного поля с помощью динамически управляемых полупроводниковых источников света // *Фундаментальные и прикладные проблемы техники и технологии*. 2018. Vol. 331, № 5. P. 119–125.
2. Anon. Buyers' guide // *Reinforced Plastics*. 1998. Vol. 42, № BUYERS GUIDE. 33-232 p.
3. Aladov A. V. et al. Colour-dynamically controlled operational luminaire with full-colour light emitting diode // *Light Eng*. 2012. Vol. 20, № 3. P. 5–12.

УДК 621.317.616

## **ПРОБЛЕМЫ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ НЕИНВАЗИВНОГО СПОСОБА ОПРЕДЕЛЕНИЯ НАРУШЕНИЙ МЕТАБОЛИЗМА ЧЕЛОВЕКА ПО АНАЛИЗУ ВЫДЫХАЕМОГО ВОЗДУХА**

Д.С. Шевченко, З.М. Юлдашев

СПбГЭТУ «ЛЭТИ», Санкт-Петербургский государственный  
электротехнический университет «ЛЭТИ» им. В.И.Ульянова (Ленина)  
г.Санкт-Петербург

*Рассмотрены принципы работы анализаторов нарушений метаболизма человека по составу выдыхаемого воздуха. Предложены пути решения некоторых проблем анализа.*

**Ключевые слова:** *оптические методы, неинвазивный, метаболизм, спектроскопия, маркерный газ.*