

# Сравнительный анализ влияния искусственного освещения на поведенческую активность экспериментальных животных

М.В. ОСИКОВ,<sup>1</sup> О.Г. ГИЗИНГЕР,<sup>2</sup> О.И. ОГНЕВА<sup>1</sup>, О.Р. БОКОВА<sup>2</sup>,  
В.Г. ЧУДИНОВА<sup>2</sup>

<sup>1</sup> ГБОУ ВПО «Южно-Уральский государственный медицинский университет» Минздрава России, Челябинск, Россия.

<sup>2</sup> ФГБОУ ВПО «Южно-Уральский государственный университет» (Национальный исследовательский университет), Челябинск, Россия.  
E-mail: ogizinger@gmail.com

## Аннотация

В статье представлены результаты сравнительного исследования влияния светодиодных и люминесцентных источников света на этологический статус лабораторных животных. Исследование проводилось на 46 морских свинок. Поведенческую активность наблюдали в тесте «Открытое поле», когнитивную функцию – в тесте «Водный лабиринт Морриса». Результаты исследования показали, что в условиях как люминесцентного, так и светодиодного освещения у животных отсутствуют признаки тревоги, угнетения ориентировочно-исследовательского поведения, признаки снижения способности к обучению и долговременной памяти; отмечено улучшение ориентации в пространстве на 30-й день исследований по сравнению с 10-ым и 20-м днями наблюдений. При сравнительном анализе этологического статуса животных установлено, что показатели, отражающие ориентацию в пространстве по наружным ориентирам при светодиодном и люминесцентном освещении, повышаются по сравнению с естественным освещением. Статистически значимой разницы влияния на ориентацию животных светодиодного освещения по сравнению с люминесцентным не выявлено.

**Ключевые слова:** светодиодное освещение, люминесцентное освещение, лабораторные животные, поведенческая активность, этологический статус.

## 1. Актуальность

Приоритетным направлением в области энергосберегающего освещения является использование светодиодных источников, что связано с их пре-

имуществами в эксплуатации [4,5,6]. Исследования медико-биологических эффектов освещения в последние годы показали, что свет видимой части спектра оказывает воздействие на ряд физиологических и психофизиологических процессов в организме [7,9,10]. Авторами ранее было продемонстрировано, что при десинхронозе в условиях люминесцентного освещения регистрируются изменения этологического статуса животных на 10-е сутки по сравнению со светодиодными источниками [4,5], однако важен сравнительный анализ влияния светодиодных и люминесцентных источников искусственного света. Интерес биологов, физиологов поддерживается ежегодным ростом и широким использованием светодиодных источников света вместо люминесцентных, что в конечном итоге делает актуальным сравнительное исследование влияния света этих типов источников на поведенческую активность и когнитивную функцию животных [12].

*Цель исследования* – провести сравнительную оценку этологического статуса лабораторных животных в условиях искусственного светодиодного и люминесцентного освещений.

## 2. Материалы и методы

Для исследований взяты 46 морских свинок из питомника лабораторных животных филиала ФГУП НПО «Микроген» МЗ РФ, находящегося в стандартных условиях вивария, на типовом рационе в соответствии с нормами, утверждёнными Приказом Минздрава СССР № 1179 от 10.10.1983 г., в свободном доступе к пище и воде. Все манипуляции с экспериментальными животными выполнялись в соответствии с Ев-

ропейской конвенцией о защите позвоночных животных, используемых для экспериментов или в иных научных целях (ETSIN123, 18 марта 1986 г.), включая приложение А от 15.06.2006 г. и Директивой 2010/63/EU Европейского парламента и Совета Европейского союза по охране животных, используемых в научных целях от 22.09.2010 г. Были проведены экспериментальные исследования в условиях *in vivo* на нелинейных половозрелых самцах морских свинок массой 300±50 г. Объектом исследования выбрана морская свинка, т. к. в отличие от других экспериментальных животных (крыс, мышей) по образу жизни она является животным с дневной активностью [8,15,16]. Световосприятие и цветовосприятие у морских свинок приближено к цветовой чувствительности человеческого глаза, что делает их адекватным объектом для изучения свет-ассоциированных изменённых состояний [13, 14,15].

В исследовании использованы люминесцентные и светодиодные источники, основные характеристики которых представлены в табл. 1.

Искусственные источники располагались на расстоянии 250 см над клетками с животными таким образом, чтобы световой поток равномерно освещал периметр клетки.

Естественная освещённость в помещении на уровне клеток менялась в течение суток в соответствии с сезоном (август–сентябрь) и особенностями годовой фотопериодичности Южного Урала: в утренние часы (8–9 часов) – 50–200 лк, днём (10–16 часов) – до 800 лк в ясный день и 500 лк в пасмурный день, к вечеру (18–20 часов) – 150–300 лк. Продолжительность светового дня составляла 12–14 часов.

Для исследования 46 морских свинок случайным образом были разделены на группы: группа 1 (n=8) – животные в условиях естественного освещения – ЕО (12 часов свет / 12 часов темнота), группа 2 (n=20) – животные в условиях стандартного фиксированного освещения (12 часов свет / 12 часов темнота), создаваемого люминесцентными лампами – (СФЛО), группа 3 (n=18) – животные в условиях стандартного фиксированного освещения, создаваемого светодиодными лампами – (СФСДО). На животных проведено исследование

## Основные характеристики искусственных источников освещения, использованных для проведения исследования

Показатель	Светодиодные источники света	Люминесцентные источники света
Производитель	«ISAlight – Офис 32», ООО «Инженерные Системы Автоматизации», Россия	«LLAlight – Офис 30», ООО «Инженерные Системы Автоматизации», Россия
Индекс цветопередачи, $R_a$	75	75
Цвет излучения, $K$	4500 (нейтрально-белый)	4500 (нейтрально-белый)
Пульсация светового потока, %	менее 4 % (1 %)	менее 5 %
Уровень освещённости, лк	400	420

этологического статуса с использованием актографа «Открытое поле» и «Водного лабиринта Морриса» [2]. Оценку показателей в условиях ЕО, СФЛО, СФСДО осуществляли на 10-е, 20-е, 30-е сутки эксперимента. Продолжительность эксперимента составила 30 суток.

Тест «Открытое поле» проводится с целью изучения поведения экспериментальных животных в новых (стрессогенных) условиях и позволяет оценить по выраженности и динамике отдельных поведенческих элементов, во-первых, уровень эмоционально-поведенческой реактивности животного, во-вторых, стратегию ориентировочно-исследовательского поведения [13].

Актограф (рис. 1) представляет собой открытую квадратную площадку 80×80 см, ограниченную по периметру непрозрачными бортами. Дно арены разделено на 16 квадратов, в центре каждого квадрата имеется 1 отверстие диаметром 3 см, предназначенное для выявления видоспецифического компонента исследовательской активности у грызунов (норковый рефлекс). Исследуемое животное помещали в открытое поле в угловой квадрат у стенки арены. Тест продолжался 30 минут. Каждое животное тестировалось один раз [14].

В ходе теста регистрировали последовательности поведенческих актов: горизонтальную активность (ГА) – число пересечённых квадратов на дне арены, вертикальную активность (ВА) – число стоек животного на задних лапах с опорой и без опоры на борт арены, исследовательскую активность (ИА) – число заглядываний в отверстия в полу арены, число актов груминга (ГР), количество фекальных болюсов (ФБ). Поведенческие акты и вегетативные реакции регистриро-

вали с помощью цифровой видеокмеры. Полученные данные обрабатывали с использованием компьютерной программы «Real Timer» (ООО «НПК Открытая Наука», Россия).

Тест «Водный лабиринт Морриса» применяется для исследования у животных состояния когнитивной функции, способности к пространственной навигации [15]. Для проведения теста использовался бассейн диаметром 180 см и высотой 60 см, заполненный водой (рис. 2). Воду в бассейне окрашивали молоком, для исключения возможности визуально распознать подводную платформу. Температура воды составляла  $24 \pm 2$  °С. На стенах бассейна закрепляли изображения черно-белых геометрических фигур для облегчения ориентирования животных в пространстве (круг, квадрат, треугольник, ромб). Платформу из полупрозрачного оргстекла (15×15) см помещали в центр северного сектора бассейна (рядом с фигурой ромба), ниже уровня воды на 1–2 см. Проводился тест со скрытой платформой, тест на зрительное восприятие и тест без платформы. Движения животных фиксировали с помощью видеокмеры, размещённой над бассейном. В «Водном лабиринте Морриса» было выполнено три серии



Рис. 1. Тест «Открытое поле»

тестов: 4–10-е сутки эксперимента, 14–20-е сутки эксперимента, 20–30-е сутки эксперимента. В каждой серии тестов участвовали разные животные.

В тесте со скрытой платформой ежедневно в течение четырёх дней животным давали по 2 попытки поиска невидимой с поверхности воды платформы. Каждый день меняли сектор запуска животного в бассейн. Регистрировали среднее время поиска платформы и среднюю длину траектории поиска. Расчёт траектории перемещения животного осуществляли с помощью программы «Any-maze» («Stoelting Co.», США).



Рис. 2. Тест «Водный лабиринт Морриса»

Показатели теста «Открытое поле» в условиях стандартного фиксированного люминесцентного освещения ( $M \pm m$ )

Показатели	Группа 1 ЕО (n=8)	Группа 2 СФЛО		
		10 сутки (n=6)	20 сутки (n=8)	30 сутки (n=6)
Горизонтальная активность, количество актов	19,25±4,96	29,67±2,79 *	23,00±3,11	29,33±4,15 *
Вертикальная активность, количество актов	1,50±0,18	2,67±0,21 *	1,67±0,42	2,00±0,37
Исследовательская активность, количество актов	3,50±0,62	5,00±0,97	2,67±0,21	3,33±0,21
Груминг, количество актов	3,37±0,46	1,67±0,42	1,33±0,21 *	2,67±0,76
Фекальные болюсы, количество актов	7,37±0,80	5,00±1,32	5,33±0,76	4,33±0,42 *

Примечание. \* – значимые ( $p < 0,05$ ) различия с группой ЕО.

Показатели теста «Открытое поле» в условиях стандартного фиксированного светодиодного освещения ( $M \pm m$ )

Показатели	Группа ЕО	Группа СФСДО		
		10 сутки	20 сутки	30 сутки
Горизонтальная активность, количество актов	19,25±4,96	28,67±2,20 *	34,33±5,06 *	31,33±2,49 *
Вертикальная активность, количество актов	1,50±0,18	2,67±0,42 *	3,67±0,76 *	2,67±0,22 *
Исследовательская активность, количество актов	3,50±0,62	5,33±0,76	6,00±0,97 *	3,67±0,56
Груминг, количество актов	3,37±0,46	3,00±0,37	3,67±0,76	1,33±0,21 *
Фекальные болюсы, количество актов	7,37±0,80	6,00±0,97	5,67±0,56	5,00±0,73

Примечание. \* – значимые ( $p < 0,05$ ) различия с группой ЕО

На 5-й день проводили два теста: на зрительное восприятие и тест без платформы.

В тесте на зрительное восприятие в южный сектор (напротив сектора, в котором располагалась платформа) помещали возвышающуюся на 1,5 см над водой чёрную платформу, затем регистрировали время, за которое животное находит платформу.

В тесте без платформы животных помещали в южный сектор. Регистрировали время пребывания животного в каждом секторе и процент нахождения животных в секторе. Характеристика выборок представлена в формате « $M \pm m$ », где  $M$  – среднее арифметическое значение признака,  $m$  – стандартная ошибка среднего. Для анализа нормальности распре-

деления применяли критерий Шапиро-Уилка, для проверки гипотез о равенстве генеральных дисперсий – критерий Левена. Проверку статистических гипотез в группах проводили с использованием критериев Манна-Уитни ( $U$ ), и Вальда-Вольфовица ( $W$ ). Отличия считали значимыми при  $p < 0,05$ , при  $p > 0,05$  принимали гипотезу о незначимости статистических различий.

### 3. Результаты и обсуждение

В тесте «Открытое поле» в условиях люминесцентного освещения по сравнению с естественным отмечено повышение горизонтальной активности на 10-е сутки и 30-е сутки наблюдений, повышение вертикаль-

ной активности на 10-е сутки, снижение количества актов груминга на 20-е сутки, снижение количества фекальных болюсов на 30-е сутки эксперимента (табл. 1).

Повышение горизонтальной и вертикальной активности на 10-е сутки свидетельствует об активном ориентировочно-исследовательском поведении и отсутствии чувства тревоги у животных, что отражает исследовательскую составляющую поведения. Снижение груминга на 20-е сутки интерпретируется только в сочетании с изменением других показателей. Учитывая, что остальные параметры не отличаются от показателей группы, исследуемой в естественном освещении, также можно отметить, что у животных отсутствуют призна-

**Время нахождения платформы в тесте со скрытой платформой в «Водном лабиринте Морриса» в условиях стандартного фиксированного люминесцентного освещения ( $M \pm m$ )**

Показатели	Группа 1 ЕО (n=8)	Группа 2 СФЛО		
		10 сутки (n=6)	20 сутки (n=8)	30 сутки (n=6)
1 день, с	86,38±1,71	86,83±1,10	75,25±5,13	84,33±3,58
2 день, с	76,81±4,06	78,83±5,64	59,63±7,15	64,00±3,18*
3 день, с	58,31±6,16	60,33±5,24	60,13±5,57	46,67±5,57*
4 день, с	35,19±5,45	22,50±2,69	46,87±3,92	18,17±2,89*

Примечание. \* – значимые ( $p < 0,05$ ) различия с группой ЕО.

**Длина траектории нахождения скрытой под водой платформы в «Водном лабиринте Морриса» в условиях стандартного фиксированного люминесцентного освещения ( $M \pm m$ )**

Показатели	Группа 1 ЕО (n=8)	Группа 2 СФЛО		
		10 сутки (n=6)	20 сутки (n=8)	30 сутки (n=6)
1 день, м	19,62±1,25	20,03±1,92	18,48±1,88	22,22±1,73
2 день, м	17,49±0,87	18,09±1,13	17,53±1,31	19,23±1,11
3 день, м	14,68±1,04	14,36±1,42	13,89±0,94	13,15±1,11
4 день, м	13,54±0,39	14,30±1,27	12,80±0,75	11,27±0,30

ки тревоги, ориентировочно-исследовательское поведение не страдает. На 30-е сутки сочетание повышения горизонтальной активности и снижения количества фекальных болюсов, отражающих вегетативную реакцию животного, указывают на отсутствие у животных признаков тревоги и признаков угнетения ориентировочно-исследовательского поведения.

Итак, у животных отмечено отсутствие признаков тревоги, угнетения ориентировочно-исследовательского поведения на 10, 20 и 30-е сутки.

В условиях стандартного фиксированного светодиодного освещения по сравнению с естественным освещением в тесте «Открытое поле» установлено, что горизонтальная и вертикальная активность животных повышается на 10, 20 и 30-е сутки наблюдения, исследовательская активность повышается на 20-е сутки, количество актов груминга снижается на 20-е сутки эксперимента (табл. 3).

Повышение горизонтальной и вертикальной активности на 10 и 20-е сутки и повышение исследовательской активности на 20-е сутки отражает активное ориентировочно-исследовательское поведение животных. На 30-е сутки снижение количества

актов груминга на фоне высоких показателей горизонтальной и вертикальной активности в совокупности указывает на отсутствие признаков тревоги и угнетения ориентировочно-исследовательского поведения. Таким образом, у животных зафикс-

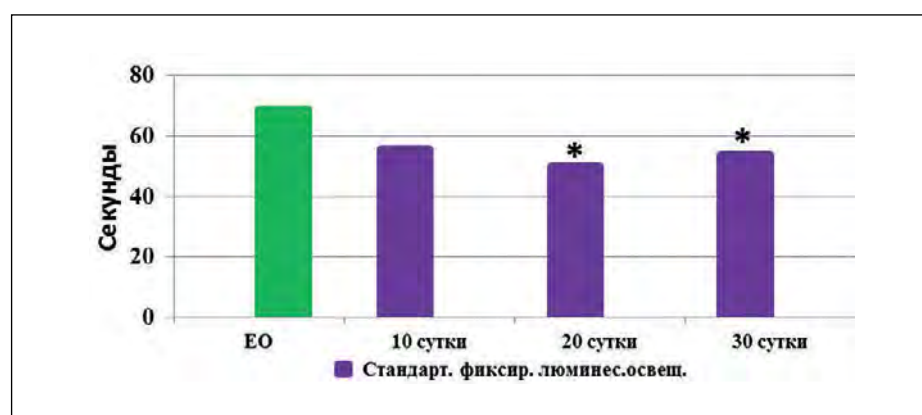


Рис. 3. Время нахождения видимой платформы в тесте на зрительное восприятие в условиях стандартного фиксированного люминесцентного освещения.

Примечание. \* – значимые ( $p < 0,05$ ) различия с группой ЕО.

Таблица 6

Доля времени нахождения животного в области расположения подводной платформы в тесте без платформы в «Водном лабиринте Морриса» в условиях стандартного фиксированного люминесцентного освещения ( $M \pm m$ )

Показатели	Группа 1 ЕО (n=8)	Группа 2 СФЛО		
		10 сутки (n=6)	20 сутки (n=8)	30 сутки (n=6)
Доля времени, %	69,30±5,88	71,33±2,56	70,25±3,71	71,33±3,04

Таблица 7

Время нахождения скрытой под водой платформы в «Водном лабиринте Морриса» в условиях стандартного фиксированного светодиодного освещения ( $M \pm m$ )

Показатели	Группа 1 ЕО (n=8)	Группа 3 СФСДО		
		10 сутки (n=6)	20 сутки (n=6)	30 сутки (n=6)
1 день, с	86,38±1,71	73,17±4,25	83,83±1,69	58,67±4,23 *
2 день, с	76,81±4,06	62,67±3,22	60,50±10,05	21,83±9,39 *
3 день, с	58,31±6,16	48,00±3,80	48,33±5,01	17,33±2,38 *
4 день, с	35,19±5,45	43,33±5,75	46,50±6,32	14,33±3,01 *

Примечание. \* – значимые ( $p < 0,05$ ) различия с группой ЕО.

Таблица 8

Длина траектории поиска скрытой платформы в «Водном лабиринте Морриса» в условиях стандартного фиксированного светодиодного освещения ( $M \pm m$ )

Показатели	Группа ЕО	Группа СФСДО		
		10 сутки	20 сутки	30 сутки
1 день, м	19,62±1,25	21,56±1,66	20,07±2,09	21,74±1,66
2 день, м	17,49±0,87	17,94±0,93	19,06±1,40	19,45±1,04
3 день, м	14,68±1,04	14,34±1,21	14,99±1,06	13,32±1,08
4 день, м	13,54±0,39	13,46±1,87	12,00±1,04	11,56±0,35*

Примечание. \* – значимые ( $p < 0,05$ ) различия с группой ЕО.

сировано отсутствие признаков тревоги, угнетения ориентировочно-исследовательского поведения на 10, 20 и 30-е сутки.

При стандартном фиксированном люминесцентном освещении в тесте со скрытой платформой «Водного лабиринта Морриса» наблюдалось уменьшение времени поиска платформы на 30-е сутки, длина траектории поиска платформы не изменялась (табл. 4, 5).

При проведении теста на зрительное восприятие было отмечено умень-

шение времени нахождения видимой платформы на 20 и 30-е сутки эксперимента (рис. 3).

В тесте без платформы не обнаружено отличий во времени нахождения животного в области расположения подводной платформы во все сроки эксперимента (табл. 6).

Итак, в ряде тестов «Водного лабиринта Морриса» в условиях стандартного фиксированного люминесцентного освещения отмечено улучшение ориентации животных в пространстве на 20 и 30-е сутки, отсутствие призна-

ков снижения способности к обучению и долговременной памяти во все сроки эксперимента.

При изучении когнитивной функции животных в условиях стандартного фиксированного светодиодного освещения в тесте со скрытой платформой «Водного лабиринта Морриса» время поиска платформы на 10 и 20-е сутки и не отличается от группы естественного освещения (табл. 7). На 30-е сутки время нахождения было наименьшим по сравнению с группой естествен-

Доля времени нахождения животного в области расположения подводной платформы в «Водном лабиринте Морриса» в условиях стандартного фиксированного светодиодного освещения ( $M \pm m$ )

Показатели	Группа ЕО	Группа СФСДО		
		10 сутки	20 сутки	30 сутки
Доля времени, %	69,30±5,88	68,00±5,80	69,33±3,90	66,67±8,89

го освещения во все дни проведения эксперимента. При исследовании длины траектории поиска скрытой платформы не обнаружено отличий от группы естественного освещения на 10, 20 и 30-е сутки во все сроки эксперимента (табл. 8).

При проведении теста на зрительное восприятие время нахождения видимой платформы уменьшается по сравнению с группой естественного освещения на 10, 20 и 30-е сутки эксперимента (рис. 4).

При оценке теста без платформы доля времени нахождения животного в той области, где располагалась скрытая платформа, на 10, 20 и 30-е сутки не отличается от группы естественного освещения (табл. 9).

При сравнительном анализе этологического статуса животных в условиях искусственного освещения отмечено, что показатели, отражающие ориентацию в пространстве по наружным ориентирам при светодиодном освещении, повышаются в более ранние сроки, чем при люминесцентном, а именно, на 10-е сутки, однако статистическая разница таких различий недостоверна. Возможным объяснением полученных результатов является то, что искусственные источники создают постоянный уровень освещенности объекта и угол падения света на объект, что позволяет воспринимать объекты с меньшей погрешностью в размерах, форме и цвете, что способствует их лучшему запоминанию [11,12].

#### 4. Выводы

В условиях стандартного фиксированного люминесцентного и светодиодного освещения по сравнению с естественным у животных не обнаружено признаков тревоги, угнетения ориентировочно-исследовательского поведения, признаков снижения способности к обучению и долговременной памяти, отмечено улучшение ориентации в пространстве.

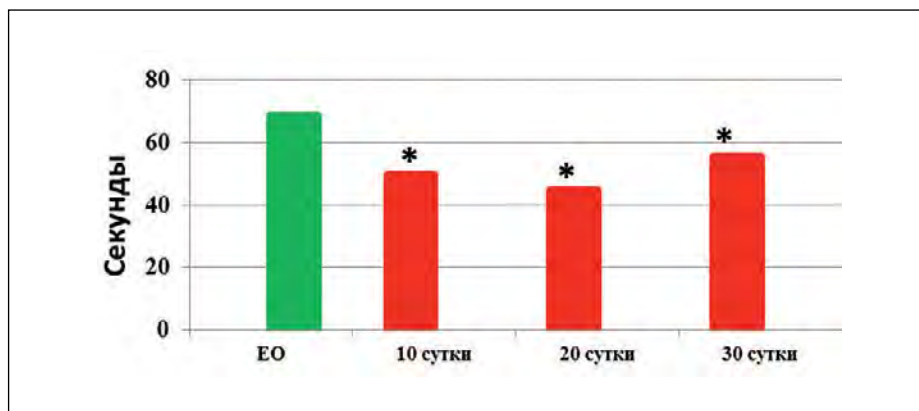


Рисунок 4 – Время нахождения видимой платформы в тесте на зрительное восприятие в условиях светодиодного освещения.

Примечание. \* – значимые ( $p < 0,05$ ) различия с группой ЕО.

При сравнительном анализе этологического статуса животных установлено, что показатели, отражающие ориентацию в пространстве по наружным ориентирам при светодиодном и люминесцентном освещении, повышаются по сравнению с естественным освещением. Статистически значимой разницы влияния на ориентацию животных светодиодного освещения по сравнению с люминесцентным не выявлено.

Работа проводилась при финансовой поддержке Министерства образования и науки Российской Федерации (государственный контракт № 14.516.11.0091 от 01.07.2013 г.) и ФГБУ «Фонд содействия развитию малых форм предприятий в научно-технической сфере» в рамках программы «У.М.Н.И.К.» 2013–2015 гг.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Буреш, Я. Методики и основные эксперименты по изучению мозга и поведения / Я. Буреш, О. Бурешова, Д.П. Хьюстон. – М.: Высш. шк. – 1991. – С. 119–122.
2. Гизингер, О.А. Исследовательские подходы в области безопасности освещения в условиях мегаполиса / О.А. Гизингер, М.В. Осиков, О.Р. Бо-

кова, Е.В. Долин, О.И. Огнева // Полупроводниковая светотехника. – 2013. – Т. 1, № 21. – С. 60–61.

3. Осиков, М.В. Этологический статус и когнитивная функция при экспериментальном десинхронозе в условиях светодиодного освещения [Электронный ресурс] / М.В. Осиков, О.А. Гизингер, О.И. Огнева, А.А. Федосов // Фундаментальные исследования. – 2015. – № 1–7. – С. 1392–1396. – Режим доступа: <http://fundamental-research.ru/ru/article/view?id=37977> (16.02.2016).

4. Осиков, М.В. Иммунный статус и поведенческая активность при экспериментальном десинхронозе в условиях люминесцентного освещения / М.В. Осиков, О.А. Гизингер, О.И. Огнева // Российский иммунологический журнал. – 2015. – Т. 9 (18), № 2(1). – С. 301–303.

5. Дейнего, В.Н. Свет энерго-сберегающих и светодиодных ламп и здоровье человека / В.Н. Дейнего, В.А. Капцов // Гигиена и санитария. – 2013. – № 6. – С. 81–84.

6. Закгейм, А.Л. Светодиодные системы освещения: энергоэффективность, зрительное восприятие, безопасность для здоровья / А.Л. Закгейм // Светотехника. – 2012. – № 6. – С. 12–21.

7. Осиков, М.В. Медико-биологические и санитарно-гигиенические аспек-

ты инновационных технологий уличного, интерьерного и промышленного освещения / М.В. Осиков, Л.Ф. Телешева, О.А. Гизингер, О.И. Огнева и др. // Известия высших учебных заведений. Уральский регион. — 2012. — № 4. — С. 181–187.

8. Способ оценки воздействия искусственного света на состояние факторов периферической крови и врождённого иммунитета с использованием модели лабораторных животных: заявка № 2014117407 / О.А. Гизингер, М.В. Осиков, О.И. Огнева. — № 2556556. — Зарегистрирован 16.06.2015.

9. Ронки, Л.Р. И тёплый, и холодный свет, и тонкая структура циркадности // Светотехника. 2014. — № 3. — С. 11–16.

10. Слайни, Д.Х. Влияние новых светотехнических приборов на здоровье и безопасность людей // Светотехника. — 2010. — № 3. — С. 49–50.

11. Справочная книга по светотехнике / под ред. Ю.Б. Айзенберга. — 3-е изд., перераб. и доп. — М.: Знак. — 2006. — 972 с.

12. Судаков, С.К. Определение уровня тревожности у крыс в тестах «Открытое поле», «Крестообразный поднятый лабиринт» и тесте Фогеля / С.К. Судаков, Г.А. Назарова, Е.В. Алексеева [и др.] // Бюл. эксп. биологии и медицины. — 2013. — Т. 155. — № 3. — С. 268–270.

13. Jacobs, G.H. Evolution of colour vision in mammals // Philos. Trans. R. Soc. Lond. B Biol. Sci. — 2009. — Vol. 364. — № 1531. — P. 2957–2967.

14. Jacobs, G.H. Influence of cone pigment coexpression on spectral sensitivity and color vision in the mouse / G.H. Jacobs, G.A. Williams, J.A. Fenwick [et al.] // Vision Res. — 2004. — Vol. 44. — № 14. — P. 1615–1622.

15. Morris, R.G. Developments of a water-maze procedure for studying spatial learning in the rat // J. Neurosci. Methods. — 1984. — Vol. 11. — № 1. — P. 47–60.

16. Ostrin, L.A. Pharmacologically Stimulated Pupil and Accommodative Changes in Guinea Pigs / L.A. Ostrin, M.B. Garcia, V. Choh [et al.] // Invest Ophthalmol. Vis. Sci. — 2014. — Vol. 55. — № 8. — P. 5456–5465.

17. Shuboni, D.D. Acute effects of light on the brain and behavior of diurnal *Arvicantha niloticus* and nocturnal *Mus musculus* / D.D. Shuboni, S.L. Cramm, L. Yan, C. Ramanathan, B.L. Cavanaugh, A.A. Nunez, L. Smale // Physiol. Behav. — 2015. — Vol. 138. — P. 75–86.



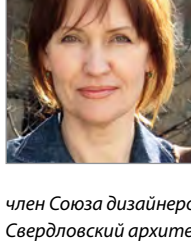
**Осиков Михаил Владимирович**, доктор медицинских наук, профессор кафедры патофизиологии ЮУГМУ Минздрава РФ, член-корреспондент Российской академии естественных наук, закончил Челябинскую государственную медицинскую академию, г. Челябинск, Россия



**Гизингер Оксана Анатольевна**, доктор биологических наук, профессор кафедры микробиологии, вирусологии, иммунологии и клинической лабораторной диагностики, старший научный сотрудник НИИ Иммунологии ЮУГМУ Минздрава РФ, г. Челябинск, Россия



**Огнева Ольга Игоревна**, аспирант ЮУГМУ Минздрава РФ, закончила Челябинскую государственную медицинскую академию г. Челябинск, Россия



**Бокова Ольга Романовна**, архитектор, доцент кафедры дизайна Южно-Уральского государственного университета (национального исследовательского университета), член Союза дизайнеров России, закончила Свердловский архитектурный институт, г. Челябинск, Россия



**Чудинова Виктория Геннадьевна**, архитектор, кандидат архитектуры, доцент кафедры архитектуры Южно-Уральского государственного университета университета (национального исследовательского университета), член Союза архитекторов России, г. Челябинск, Россия

## Thorn освещает французские футбольные стадионы для финала ЕВРО 2016

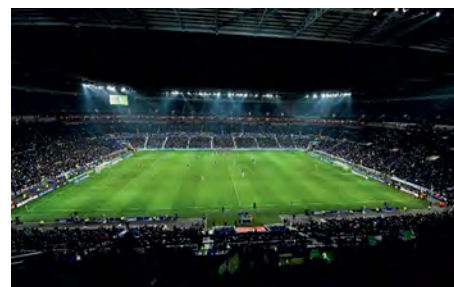
**Thorn, Zumtobel Group** бренд, обеспечил новое освещение трех стадионов, из числа выбранных для проведения финальных игр ЕВРО 2016, гарантировав, что матчи будут смотреться в самом лучшем свете. Ключевым фактором здесь были строгие требования, установленные УЕФА для телевизионных трансляций. Широкие полосы света использует **Thorn** на стадионе «Geoffroy-Guichard» в г. Сен-Этьен, на Стадионе Света «Stade des Lumières» в Лионе и на стадионе Allianz-Ривьеры в Ницце (см. 1 стр. обложки). Все вместе эти привлекательные проекты для команды **Thorn** во Франции определили контракты стоимостью почти 1,5 миллиона евро.

Международная группа освещения **Zumtobel Group** уже поддерживала много главных спортивных мероприятий. У **Thorn** есть опыт более сорока лет работы в освещении спортивных объектов, его инновационные продукты гарантируют, что световая среда будет превосходной во время волнующих столкновений ЕВРО 2016.

Лондон, июнь 2016



Стадион «Geoffroy Guichard», Сен-Этьен. Фото: © Vincent Fillon



Стадион света в Лионе. Фото: © Stephane Guiochon