

УДК 628.94

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ СВЕТОДИОДНОГО СВЕТИЛЬНИКА ДЛЯ ОСВЕЩЕНИЯ ЖИВОТНОВОДЧЕСКИХ ПОМЕЩЕНИЙ

<sup>1</sup>Широбоква Т.А., <sup>2</sup>Ильин А.П., <sup>1</sup>Иксанов И.И., <sup>1</sup>Шувалова Л.А.

<sup>1</sup>ФГБОУ ВО «Ижевская Государственная сельскохозяйственная академия», Ижевск,  
e-mail: 9048336842@mail.ru;

<sup>2</sup>НОУ ВПО КИГИТ, Ижевск, e-mail: ilalp@inbox.ru

Проведен анализ актуальности формирования режима освещения в животноводческих помещениях. Формирование режима освещения в животноводческих зданиях зависит от ряда условий: наружной освещенности, типа и конструкции здания и расположения его на местности, конструктивного решения светопропускающей части ограждений, состояния остекления, типа, расположения и мощности светильников. От количества и качества искусственного света зависит количество потребленного корма, что существенно влияет на количество полученной продукции. Для обеспечения нормируемого освещения в животноводческих помещениях предлагается применение эффективного экономичного светодиодного светильника, обеспечивающего оптимальную освещенность на горизонтальной рабочей поверхности. В статье приведено определение оптимального угла направления осевой силы света светодиодного светильника при которой одинаково заданной освещенности соответствует минимум суммы осевых сил света точечных источников.

**Ключевые слова:** Светодиодный светильник, животноводство, освещенность, птицеводство, искусственное освещение, сила света, микроклимат, световой поток, светодиод

## DETERMINATION OF THE PARAMETERS LED LIGHT LIVESTOCK POMESHENIY

<sup>1</sup>Shirobokova T.A., <sup>2</sup>Ilyin A.P., <sup>1</sup>Iksanov I.I., <sup>1</sup>Shuvalova L.A.

<sup>1</sup>Federal State Budget Educational Establishment of Higher Professional Education  
Izhevsk State Agricultural Academy, Izhevsk, e-mail: 9048336842@mail.ru;

<sup>2</sup>NOU VPO KIGIT, Izhevsk, e-mail: ilalp@inbox.ru

The analysis of the relevance of the formation of the light regime in the animal facilities at the deposits. The formation of a mode of lighting in livestock buildings depends on several conditions: the outside-tion of illumination, the type and design of the building and the location of it on location, design of the solution translucent part of the fence, glazing type, location and power of the lamps. From the quantity and quality of artificial light depends on the amount of feed consumed, which significantly affects the amount of products received. To ensure the standard lighting in livestock buildings is proposed the application of efficient economical led light the lamp, provides optimum illuminance on a horizontal working surface is STI. In the article determination of the optimal angle of direction of the axial luminous intensity of an led lamp in which the same required illumination corresponds to the minimum of the sum of the axial forces of light point sources.

**Keywords:** Led lamp, husbandry, illumination, poultry, iscost-tively light, the intensity of the light microclimate, light flow, led

Повышение продуктивности сельскохозяйственных животных во многом зависит от условий, в которых они содержатся. Особую актуальность эта проблема имеет при переводе животноводства на промышленную основу.

### Цель исследования

Для нормального функционирования животного организма, а также обеспечения рабочего процесса на фермах необходим естественный и искусственный свет [1, 2, 3, 4]. Формирование режима освещения в животноводческих зданиях зависит от ряда условий: наружной освещенности, типа и конструкции здания и расположения его на местности, конструктивного решения светопропускающей части ограждений, состояния остекления, типа, расположения и мощности светильников [2,

3, 4]. Немаловажное значение имеет продолжительность светового дня. От количества и качества искусственного света зависит количество потребленного корма, что существенно влияет на количество полученной продукции. Известно, что коровы привыкают к определенному режиму производственных процессов, вследствие этого у них вырабатывается ряд условных рефлексов. [8] Помимо режима производственных процессов, определенную роль играет и микроклимат животноводческого помещения. Параметры микроклимата животноводческих помещений оказывают большое влияние на жизнедеятельность животных, их здоровье и продуктивность, качество продукции [8]. Так, ко времени кормления у коров повышается выделение желудочного сока, а ко времени доения молочная железа подготавливается к эвакуа-

ции молока. Таким образом, нервная система содействует правильной и полноценной деятельности организма. Исследования по изучению дополнительного освещения в вечернее время животноводческих помещений показали, что опытные животные в дневное время, по сравнению с ночным периодом, больше двигаются, потребляют корм, а величина освещенности должна составлять у поилок и кормового стола от 200 до 300 лк, а в боксах для отдыха коров на уровне головы – около 200 лк. [3] Таким образом, разработка и научное обоснование эффективного и экономичного освещения является актуальным.

### Материалы и методы исследования

Примером такого светильника является светодиодная осветительный прибор патент № 2015112778 [5], обеспечивающий оптимальную освещенность на горизонтальной рабочей поверхности. Техническим эффектом предлагаемого светодиодного осветительного прибора является обеспечение повышенной равномерности освещения горизонтальной рабочей поверхности светильника за счет создания специальной формы кривой силы света в поперечной плоскости при минимальном световом потоке светильника, обеспечивающего нормируемую освещенность горизонтальной рабочей поверхности.

В данном светильнике наружная сторона профиля выполнена в форме полуцилиндра, а форма кривой силы света светильника в поперечной плоскости определяется изменением числа монтажных плат со светодиодными линейками, изменением их места положения на наружной стороне профиля и изменением количества равномерно расположенных на них светодиодов с узконаправленным светораспределением. Изменение числа светодиодных линеек и изменение их места положения на наружной стороне профиля светильника позволяет изменять площадь горизонтальной рабочей поверхности, на которой необходимо обеспечить требуемую повышенную равномерность освещения. Изменение числа светодиодов с узконаправленным светораспределением, расположенных линейно, равномерно и параллельно оси цилиндрической наружной стороне профиля, позволяет изменять суммарную и среднюю по длине осевую силу света линейки светодиодов.

### Результаты исследования и их обсуждение

Величина светового потока имеет максимальное значение на оптической оси светильника, а по мере удаления от оси симметрии освещенность поверхности уменьшается пропорционально квадрату расстояния от светильника до поверхности за счет уменьшения силы света в направлении отличного от осевого, что создает дискомфорт при перемещении в помещении и увеличивает время адаптации к освещению. Из основного закона светотехники [1, 6] получаем соотношение между силой света в данном направлении и заданной вели-

чиной освещенности в данной точке горизонтальной поверхности:

$$I_{\alpha} = \frac{E \cdot h^2}{\cos^3 \alpha}, \quad (1)$$

где  $E$  – нормируемая (минимальная) освещенность горизонтальной рабочей поверхности, лк;

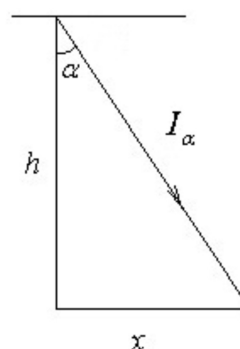
$h$  – высота подвеса светодиодного светильника, м; (рисунок)

Относительное светотехническое расстояние обозначим

$$\frac{x}{h} = \lambda, \quad (2)$$

где  $x$  – фиксированная величина;

$\lambda$  – переменная величина;



*Конструктивные параметры системы светодиодного освещения*

Тангенс угла излучения определяется

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{x}{h} = \lambda. \quad (3)$$

Используя соотношение (3) и тригонометрическое тождество

$$1 + \operatorname{tg}^2 \alpha = \frac{1}{\cos^2 \alpha}, \quad (4)$$

получим

$$\cos \alpha = \frac{1}{\sqrt{1 + \lambda^2}}. \quad (5)$$

Подставив в (1) выражения (2) и (5):

$$I_{\alpha} = \frac{E \cdot \left(\frac{x}{h}\right)^2}{\frac{1}{\sqrt{(1 + \lambda^2)^3}}} = \frac{E \cdot x^2 \cdot (1 + \lambda^2)^{3/2}}{\lambda^2}. \quad (6)$$

При заданной освещенности  $E$  и фиксированном  $x$  сила света  $I_{\alpha}$  должна быть минимальной. Определим угол  $\alpha$ , при котором сила света будет минимальна:

$$(I_{\alpha})'_{\alpha} = E \cdot x^2 \cdot \frac{(1 + \lambda^2)^{1/2} \cdot (\lambda^2 - 2)}{\lambda^3}. \quad (7)$$

$$(I_{\alpha})'_{\alpha} = 0 \Leftrightarrow E \cdot x^2 \cdot \frac{(1+\lambda^2)^{\frac{1}{2}} \cdot (\lambda^2 - 2)}{\lambda^3} = 0 \Leftrightarrow \lambda^2 - 2 = 0 \Rightarrow \lambda = \pm\sqrt{2}. \quad (8)$$

Проведя исследования, установлено, что при  $\lambda = \sqrt{2}$  функция  $I_{\alpha}$  достигает своего минимума.

Подставив в выражение (3) полученное относительное светотехническое расстояние  $\lambda$ , получим оптимальную высоту подвеса

$$h_{opt} = \frac{x}{\sqrt{2}} \quad (9)$$

Следовательно, максимальный угол расщивания светодиода при заданной освещенности  $E$  составляет:

$$\operatorname{tg} \alpha = \lambda \Rightarrow \alpha_{opt} = \operatorname{arctg} \sqrt{2} \approx 54,73^{\circ}. \quad (10)$$

### Выводы

Таким образом, для светодиодного светильника возможно:

1) определить оптимальное значение угла  $\alpha_{opt}$  направления осевой силы света точечного источника, при котором заданной освещенности  $E$  соответствует минимальное значение осевой силы света  $I_{\alpha}$  светодиода;

2) рассчитать оптимальную высоту подвеса светильника, при которой одинаково заданной освещенности соответствует минимум суммы осевых сил света точечных источников;

3) определить оптимальное расстояние между точечными источниками света, при

котором обеспечивается заданная освещенность.

### Список литературы

1. Галлямова Т.Р. Моделирование оптимального светораспределения идеализированного светильника в продольной плоскости / Т.Р. Галлямова, И.М. Новоселов, Т.А. Широбокова // Энергообеспечение и энергосбережение в сельском хозяйстве. Труды 8-й Международной научно-технической конференции (16-17 мая 2012 года, г. Москва, ГНУ ВИЭСХ). В 5-ти частях. Часть 3. Энергосберегающие технологии в животноводстве и стационарной энергетике. – М.: ГНУ ВИЭСХ, 2012. – С. 193–197.
2. Гридин В.Ф. Параметры микроклимата коровника при беспривязной технологии в различные сезоны года / В.Ф. Гридин, Р.С. Тягунов // Аграрный вестник Урала. – 2012. – № 11-2 (106) – С. 25–26.
3. Казаков А. Влияние светового режима на продуктивность лактирующих коров / А. Казаков // Молочное и мясное скотоводство. – 2009. – № 3. – С. 12–13.
4. Широбокова Т.А. Влияние различных источников света на продуктивность кур / Т.А. Широбокова, Л.А. Шувалова, С.Я. Пономарева // Современные проблемы науки и образования. – 2014. – № 6; URL <http://www.science-education.ru/120-15563>
5. Пат. № 157781 Российской Федерации. МПК F21V 8/00 G02B 6/00. Светодиодный осветительный прибор / С.И. Юран, Т.А. Широбокова, И.И. Иксанов – Оpubл. 10.12.2015.
6. Эффективные режимы освещения в птичнике. [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://curiatnik.ru/node/20> (доступ свободный) Загл. с экрана.
7. Vyuzova M.A., Solution to the problems of waste management in low-rise building / M.A. Vyuzova, A.G. Kudriashova, A.P. Il'in // European Conference on Innovations in Technical and Natural Sciences 6th International scientific conference. Vienna, 2015. – С. 80–84.
8. Tewsa A. Das kurze Nachschlagewerk des Konsultanten. 203. – P. 70–17.