

**Расчет освещенности при  
использовании светодиодных  
систем ИСО «Хамелеон»  
локального освещения для  
клеточного содержания ремонтного  
молодняка промышленного стада  
яичных кур.**

*Технический директор ООО «Техносвет групп»*

*Гладин Дмитрий Викторович*

## **Расчет освещенности при использовании светодиодных систем ИСО «Хамелеон» локального освещения для клеточного содержания ремонтного молодняка промышленного стада яичных кур.**

*Технический директор ООО «Техносвет групп» Д.В. Гладин*

В настоящее время наблюдается повышенный интерес со стороны животноводческих и птицеводческих предприятий к светодиодному освещению в помещениях для содержания животных и птицы. Как известно спрос рождает предложение и появляется все больше фирм и компаний, которые хотят заниматься светодиодными технологиями для сельского хозяйства. К сожалению, многие из них очень слабо представляют, как функционирует светодиод, как организуется питание твердотельных источников света в светодиодной системе освещения, как определяется расположение светильников в каждом конкретном случае исходя из особенностей распределения светового потока. В результате появляются предложения по поставке систем освещения на основе светодиодов, в которых не учтены обязательные технические требования по функционированию светодиодов, по обеспечению определенного уровня освещенности. В конечном итоге, известны случаи, когда некоторые фирмы поставляют оборудование не соответствующее требованиям ГОСТ, ПУЭ и другим нормативным документам, которое не только не обеспечивает требуемые параметры системы освещения, но и увеличивает вероятность поражения электрическим током обслуживающего персонала или не выдает требуемый уровень освещенности.

Наша компания более пяти лет занимается поставками светодиодного оборудования для птицеводческих хозяйств, как и в самом начале своей деятельности, каждый проект на размещение светодиодной системы освещения мы до сих пор рассчитываем индивидуально, исходя из требований к функционированию светодиодов для обеспечения их продолжительной работы на срок 5-6 лет, обеспечения требуемой освещенности при минимальных начальных затратах на приобретение оборудования, соблюдая требования нормативных документов по электро- и пожаробезопасности.

В настоящей статье я хочу представить один из вариантов расположения светодиодного светильника на клеточном оборудовании для ремонтного молодняка промышленного стада яичных кур. Подобные варианты для напольного и клеточного содержания бройлеров, промышленного стада кур-несушек, ремонтного молодняка и родительского стада будут рассмотрены в дальнейшем в цикле статей на заявленную тематику.

Для начала определим исходные данные.

Параметры клеточного оборудования следующие:

- длина секции 900 мм;
- высота установки светильника над кормушкой 300 мм до дна кормового желоба;
- секция длиной 900 мм с обеих сторон ограничена светонепрозрачными перегородками.

Параметры предлагаемого светодиодного светильника СК-400Т:

- светильник состоит из поликарбонатной светопрозрачной трубки длиной 400 мм, внутри находится плата с 6 светодиодами SMD5050 планарного исполнения, с краев трубки для придания полной герметичности светильник закрыт резиновыми заглушками с выводом для кабеля ПВС 2Х0,5;
- в светильнике 6 светодиодов мощностью 0,2 Вт, световым потоком 16 Лм каждый, общая максимальная потребляемая мощность светильника 1,2 Вт (при максимальной освещенности под светильником 60-65 лк, при изменении освещенности линейно изменяется потребляемая мощность, например при 40-45 лк потребляемая мощность светильника 0,7-0,8 Вт), управление яркостью светодиодов осуществляется по принципу широтно-импульсной модуляции питающего постоянного напряжения 24 В, светодиоды расположены по 3 шт. с каждого края светильника на расстояниях указанных **на рис.1**.

Предлагаемый способ размещения светильников над кормушкой – посередине секции на высоте 300 мм над кормовым желобом (**см. рис 2**).

Для того, чтобы определить уровни освещенности на удалении 300 мм от светильника (уровень кормового желоба) можно воспользоваться диаграммой распределения излучения планарного светодиода (ламбертовское пространственное

распределение). Данная информация взята из монографии американского профессора Ф. В. Шуберта. Диаграмма представлена на **рис.3**. По оси абсцисс – значения интенсивности излучения, нормированные к максимальному значению при  $0^\circ$ , по оси ординат – угол к нормали вправо и влево.

Как видно из диаграммы планарные светодиоды обладают так называемым **углом половинной яркости** равным  $120^\circ$  (или  $60^\circ$  от нормали влево и вправо), где световой поток уменьшается в половину по сравнению к точке на нормали непосредственно под светодиодом (точки 1,2 и 6 на диаграмме **рис.3**). На **рис.2** изображен сектор освещенности, в котором значения уровня светового потока составляют величину не менее половины максимального значения по нормали для единичного источника света.

Таким образом, теоретически (на практике небольшой разброс параметров даст, например, отражение от конструкций клетки, но из-за особенностей материала клетки им можно пренебречь) пользуясь диаграммой **рис.3** можно определить уровень освещенности в различных точках на желобе кормушки. Так как секции длиной 900 мм разделены друг от друга светонепрозрачными перегородками влияние соседних секций можно не учитывать и рассматривать отдельно одну секцию клетки, в дальнейшем аппроксимируя ее на все клеточное оборудование.

Для анализа выберем три точки на плоскости желоба кормушки, принимая во внимание, что значение уровня освещенности в других точках на кормовом желобе секции принадлежит множеству, границами которого будут значения в выбранных нами точках.

Итак, три выбранные нами точки находятся:

- 1) непосредственно под светодиодами с одной и другой стороны светильника;
- 2) посередине между светодиодами, которые находятся по краям светильника;
- 3) непосредственно у края секции длиной 900 мм в кормовом желобе.

Для простоты представления источники света в виде трех светодиодов с каждого края светильника будем считать единичным источником видимого света, находящимся на месте среднего светодиода. Это возможно из-за малого расстояния между ними (14 мм), что при удалении плоскости измерения на 300 мм позволяет считать их диаграммы распределения излучения совпадающими.

При расчете нормированного уровня освещенности (значение которого пропорционально уровню излучения) в каждой из точек на плоскости будем учитывать, что при наличии двух источников света их световой поток **складывается.**

В первом случае, как изображено на рис. 4, значение светового потока под левыми светодиодами в светильнике будет складываться из значения по нормали к плоскости измерения (оно равно 1 согласно диаграмме рис.3 при 0°) и светового потока от правых светодиодов, под углом 49°, которое соответствует точке 3 на диаграмме и равно 0,68.

Таким образом, непосредственно под светодиодами как слева так и справа (аналогично можно рассчитать и для правых светодиодов) нормированное значение светового потока равно:

$$S_1 = 1 + 0,68 = 1,68$$

Аналогично, для точки посередине между светодиодами (см. рис.5) можно определить нормированный световой поток как сумму двух одинаковых по значению световых потоков от правых и левых светодиодов. При угле 30° нормированное значение светового потока (точка 4 на диаграмме) равно 0,87. Тогда:

$$S_2 = 0,87 + 0,87 = 1,74$$

Предполагая, что наименьший уровень освещенности будет по краям кормового желоба в секции, используя углы из рис.6 по диаграмме рис.3 находим:

$$S_3 = 0,45 + 0,73 = 1,18$$

Далее, нормируя эти значения относительно максимального, получаем следующую пропорцию:

$$S_1 : S_2 : S_3 = 0,95 : 1 : 0,68$$

Теперь мы можем сравнить равномерность освещения исходя из заданного уровня в точке максимума.

Так, если в середине секции на уровне кормового желоба будет **40 лк**, то под каждым краем светильника уровень освещенности составит:

$$40\text{лк} \times 0,95 = 38\text{лк}$$

По краям секции:

$$40\text{лк} \times 0,68 = 27,2\text{лк}$$

Хотя мы незначительно теряем в равномерности освещенности по кормовому желобу, все же это значительно лучше, чем при расположении светильников над верхним ярусом в проходах между батареями, где неравномерность может достигать значений в 3 и более раз в зависимости от ярусности батареи.

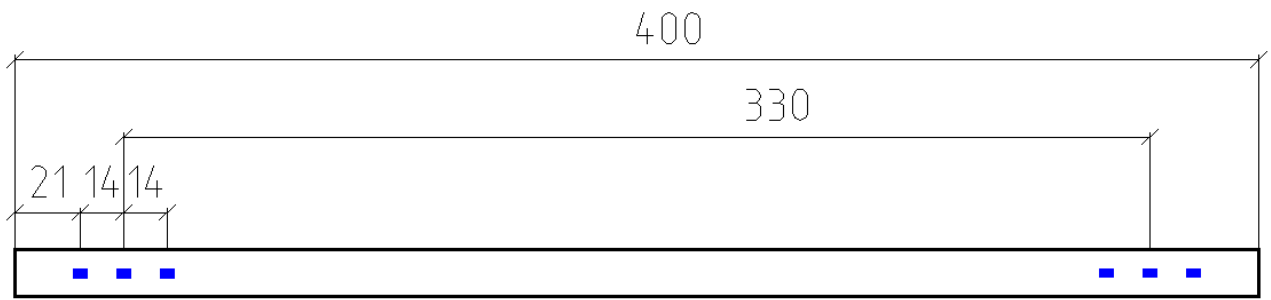
Безусловно, что при использовании светодиодов, равномерно распределенных над кормовым желобом по всей длине, освещение еще более выравнивается и такой вариант нашей компанией рассматривался в свое время, но есть существенные недостатки такого способа организации освещения.

Во-первых, это высокая стоимость. Даже исходя из наших светильников и принимая во внимание, что светильник по длине занимает около половины длины секции (такое соотношение мы можем аппроксимировать на всю длину батареи) стоимость будет выше в 1,5-1,7 раза (при одинаковом количестве светодиодов).

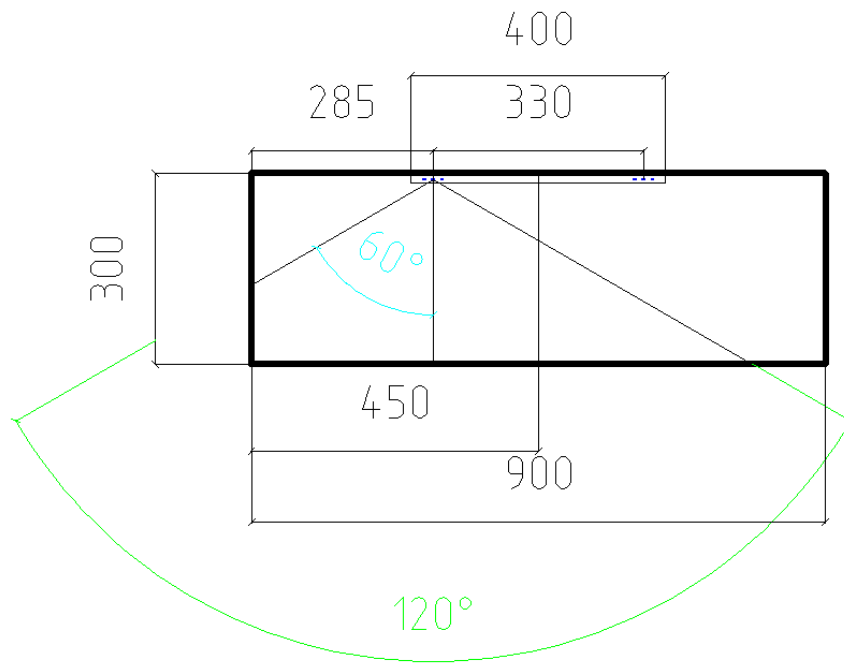
Во-вторых, очень слабая ремонтпригодность. Для того, чтобы заменить вышедший из строя сегмент приходится снимать и разбирать весь сегмент на батарее.

В-третьих, если использовать подобный способ на большую длину батареи (80 метров и более) в случае использования безопасного пониженного напряжения 24 В или 36 В (а это безусловно необходимо по требованиям безопасности) возникает проблема потери мощности при увеличении длины питающей линии. Это ведет либо к потерям мощности в кабелях до 20 % от полной мощности системы освещения, либо к удорожанию кабеля в 2-3 раза за счет увеличения сечения.

В настоящее время на предложенный способ освещения нашей компанией получен приоритет на изобретение «Способ содержания птицы при локальном светодиодном освещении», идет оформление патента. Исследования на базе нашего оборудования проводятся в ВНИТИП г. Сергиев Посад под руководством профессора А. Ш. Кавтарашвили. Со статьями на данную тематику, связанную с увеличением производственных показателей при локальном светодиодном освещении, Вы можете ознакомиться на нашем сайте [www.ntp-ts.ru](http://www.ntp-ts.ru) в разделе «Важно знать».



*Рис.1 Схема расположения светодиодов в светильнике*



*Рис.2 Схема расположения светильника в секции*

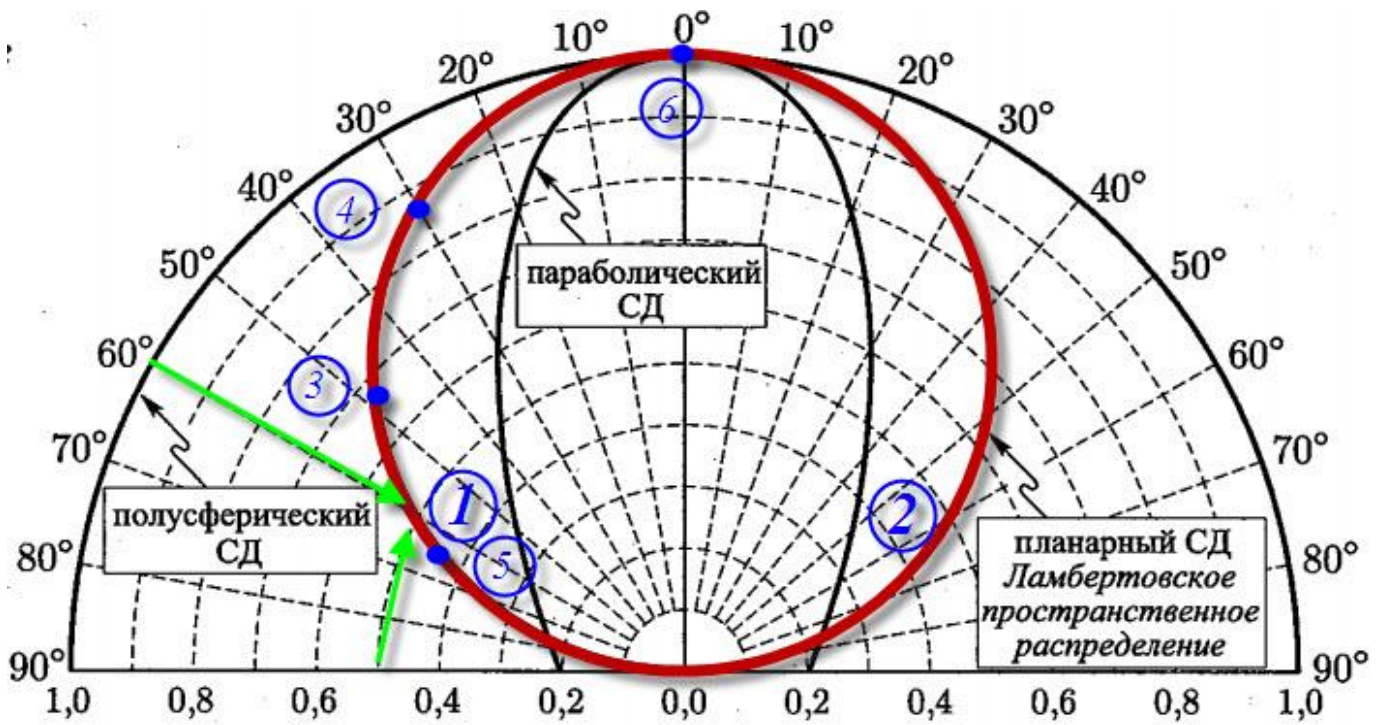


Рис.3 Пространственное распределение излучения разных типов светодиодов.

Красным цветом обозначено распределение для планарного светодиода.

Все значения нормированы к максимальному значению при угле равном  $0^\circ$  (нормаль или кратчайшее расстояние до плоскости измерения освещенности)

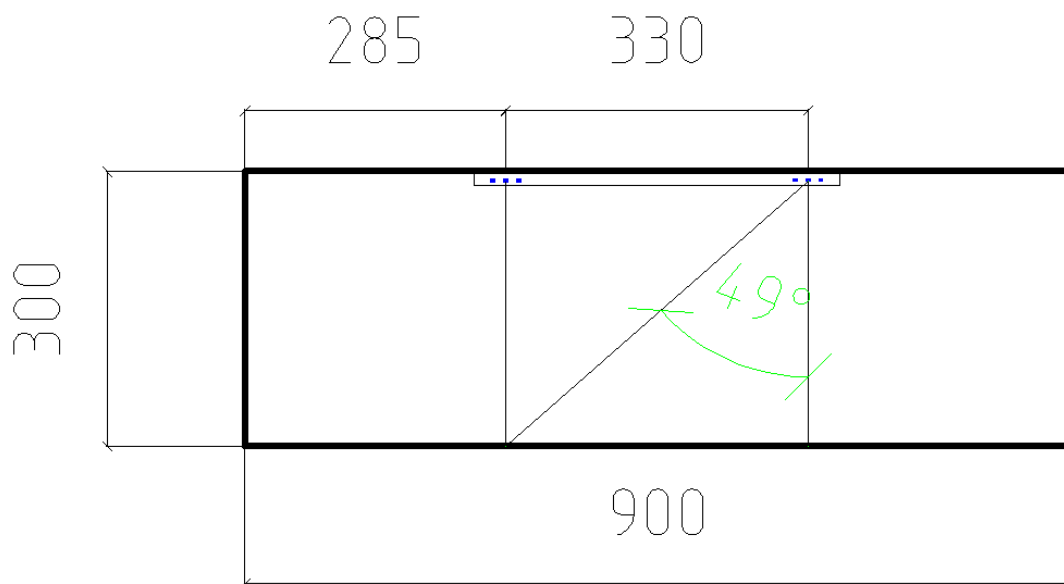
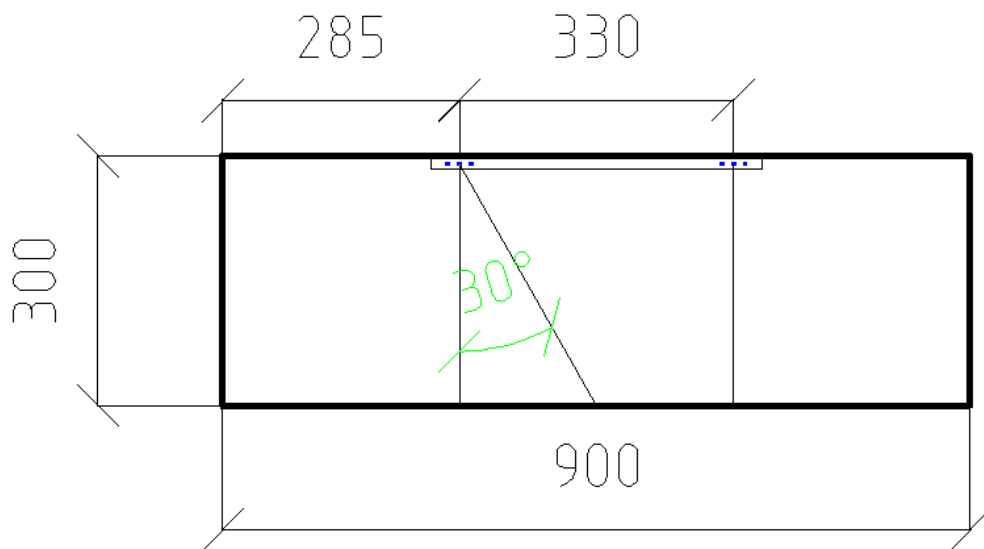
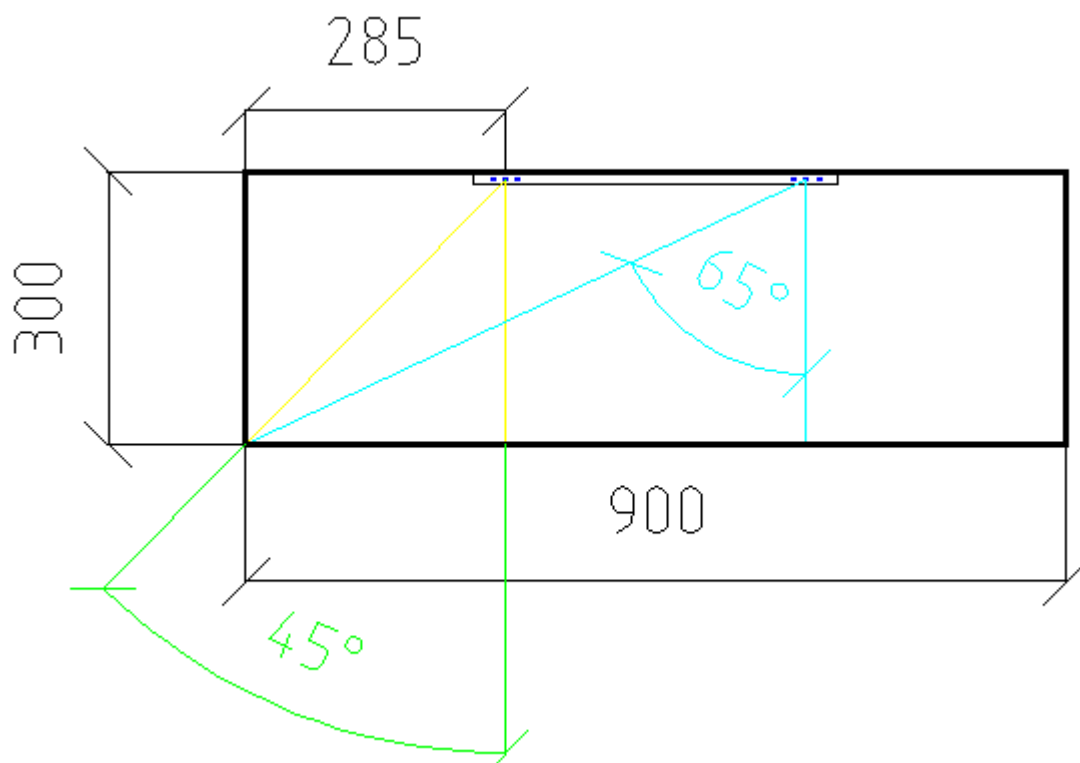


Рис.4 Определение нормированного значения уровня освещенности непосредственно под светодиодами





*Рис.5 Определение нормированного значения уровня освещенности посередине между светодиодами по краям светильника*



*Рис.6 Определение нормированного значения уровня освещенности непосредственно у края кормового желоба в секции*