

**Светодиодное освещение в сельском хозяйстве.
Преимущества перед традиционными источниками света.
Технические аспекты проектирования и производства светодиодного оборудования.**

Технический директор ООО «Техносвет групп»

Гладин Дмитрий Викторович

Светодиодное освещение в сельском хозяйстве. Преимущества перед традиционными источниками света. Технические аспекты проектирования и производства светодиодного оборудования.

Дмитрий Гладин, технический директор компании «Техносвет групп»

В настоящее время светодиодное освещение активно внедряется на предприятиях сельского хозяйства нашей страны. Особенно это относится к птицеводству и животноводству в целом. Основные преимущества, которые определяют выбор предприятий в пользу светодиодов, заключаются в существенном сокращении потребления электроэнергии осветительным оборудованием, продолжительным сроком службы светодиодов и их надежностью, а также увеличением продуктивных показателей за счет правильного выбора спектра света и более равномерного распределения светового потока.

Компания «Техносвет групп» первой в России приступила к разработке и промышленному производству светодиодных систем освещения. Пять лет назад группа специалистов нашей компании поставила перед собой задачу создать комплекс технических средств на основе светодиодов, который позволил бы использовать светодиодное освещение в различных условиях выращивания и содержания птицы и животных, осуществлять управление интенсивностью светового потока в зависимости от алгоритмов прерывистого освещения. В середине 2008 года компания «Техносвет групп» представила на рынок светодиодную систему освещения для птицеводческих предприятий под общим наименованием ИСО «Хамелеон». В это же время начинаются совместные с Всероссийским научно-исследовательским и технологическим институтом птицеводства г. Сергиев Посад исследования по влиянию светодиодного освещения на сельскохозяйственную птицу. Большие трудности на начальном этапе вызывало недоверие к новому и незнакомому в России источнику света со стороны потенциальных покупателей, сказался и экономический кризис тех лет. Некоторые компании, которые сейчас активно занимаются производством светодиодного оборудования, в то время занимались поставкой люминесцентных и ламп накаливания, объявляя светодиоды слишком дорогими и неэффективными. Переломить ситуацию удалось весной 2009 года, когда начались предметные переговоры с несколькими птицеводческими предприятиями. В июне-июле 2009 года были заключены первые договора, а монтаж систем освещения на основе светодиодов начался в сентябре-октябре 2009 года. В настоящее время на более чем 285 объектах 50 предприятий сельского хозяйства России, Украины, Казахстана и Белоруссии установлено светодиодное

оборудование ИСО «Хамелеон». Из них 40 % стали нашими постоянными клиентами.

В настоящий момент можно подвести некоторые итоги работы и представить информацию по эффективности светодиодного оборудования, основанную на данных предприятий, где установлены системы светодиодного освещения нашего производства.

Энергоэффективность.

Сейчас практически ни у кого не вызывает сомнение то, что светодиоды позволяют сократить потребление электроэнергии на освещение по сравнению с лампами накаливания в 8-10 раз.

По сравнению с люминесцентными лампами и другими источниками света энергоэффективность светодиодов меньше, чем заявляют некоторые производители светодиодного оборудования. Определяющим фактором является то, что особенности распределения светового потока и возможность, за счет применения пониженного напряжения и повышенной электробезопасности, установить светодиодные светильники непосредственно над местами, где необходим максимальный уровень освещенности (например, кормушки и поилки при клеточном содержании птицы и животных), светодиоды позволяют сократить потребление электроэнергии и повысить продуктивные показатели для обеспечения окупаемости в течение 1,8-2,2 года. Нельзя забывать и об экологической безопасности светодиодов в отличие от люминесцентных ламп с парами ртути внутри колбы, что определяет также затраты на специальную утилизацию.

На одной из площадок в Ставропольском крае ЗАО «ГРУППА АГРОПРЕДПРИЯТИЙ «РЕСУРС» 3 года назад было установлено шестнадцать комплектов систем освещения ИСО «Хамелеон». Проведённый специалистами птицефабрики мониторинг расхода электроэнергии на освещение за тур (в среднем 43 дня) при напольном выращивании цыплят - бройлеров по корпусам с различными источниками света показал результаты, представленные в табл. №1

| <i>Размеры корпуса, м</i> | <i>Тип источников света</i> | <i>Максимальная освещенность на уровне кормушки, лк</i> | <i>Потребление электроэнергии за тур (43дня) выращивания птицы, кВт/час</i> | <i>Стоимость электроэнергии за тур, руб. (из расчёта 4.06 руб. за 1 кВт/час)</i> |
|---------------------------|---|---|---|--|
| 18×96 | Светильники с трубчатыми люминесцентными лампами | 45 | 3 145 | 12 768,7 |
| 18×96 | Светильники с компактными люминесцентными лампами | 45 | 1 435 | 5 826,1 |
| 18×96 | Светильники светодиодные системы ИСО -1Н «Хамелеон» | 45 | 921 | 3 739,26 |

Табл. №1 Потребление электроэнергии на освещение для корпуса размерами 18 ×96 при напольном выращивании цыплят – бройлеров для различных источников света. Цветовая температура 5500 К.

В настоящее время в Украине на предприятии «Племптицекомбинат «Запорожский» установлены двенадцать систем освещения ИСО «Хамелеон» для корпусов 18Х120 метров с родительским стадом. Шесть корпусов из двенадцати оборудованы светодиодными системами в начале февраля 2012 года. Результаты эксплуатации показывают, что 134 светодиодных светильника СН1050-20-120-Т мощностью 20 Вт полностью заменяют лампы накаливания мощностью 100 Вт в количестве 240 шт. на один корпус и обеспечивают необходимый уровень освещенности 90-95 лк. Энергопотребление при этом снижается в 8,8 раза.



*Рис.1 Корпуса для содержания родительского стада 18X120 метров.
Система светодиодного освещения ИСО «Хамелеон», состоящая из 134 светильников СН1050-20-120-Т при высоте подвеса 2,7 метра обеспечивает уровень освещенности 90-95 лк.*

Применение широтно-импульсной модуляции в качестве способа управления яркостью светодиодов позволяет эффективно сокращать потребление электроэнергии в период пониженной освещенности и создавать недорогие и современные системы управления яркостью светодиодных светильников на основе программируемых контроллеров. Зависимость потребления электроэнергии светодиодной системой освещения от уровня освещенности в корпусе размерами 21×93 метра напольного содержания цыплят-бройлеров при высоте подвеса 3 метра 130 светодиодных светильников СН1050-12-60-Х по результатам замеров представлена на рис.2.

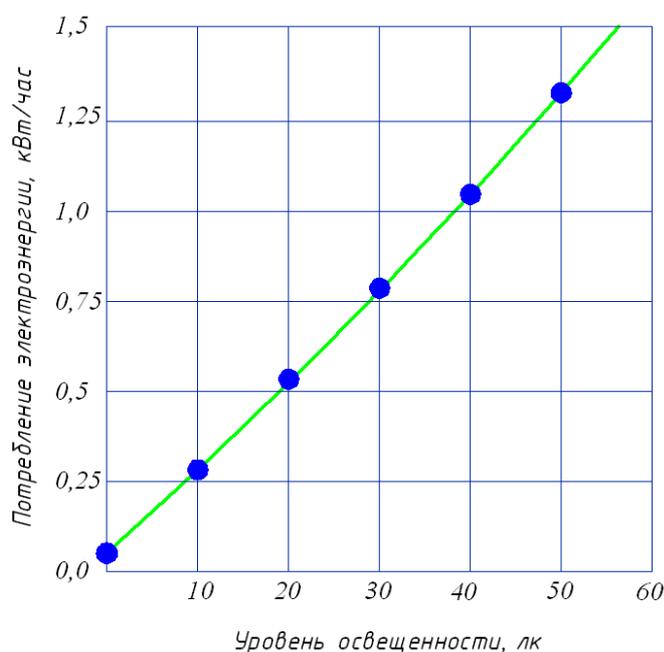


Рис.2 Зависимость потребления электроэнергии системой светодиодного освещения ИСО «Хамелеон» от уровня освещенности при высоте подвеса 3 метра для светодиодных светильников СН1050-12-60-Х цветовой температуры 5500 К.

Существенным фактором снижения затрат при использовании светодиодного освещения является отсутствие необходимости замены источников света в течение срока службы оборудования. На одной из птицефабрик в Челябинской области в течение почти полутора лет эксплуатируются 2 комплекта светодиодного освещения ИСО «Хамелеон» корпусов размерами 18X132 метра клеточного содержания ремонтного молодняка. Специалисты предприятия отмечают безотказность работы

оборудования на базе светодиодов производства компании «Техносвет групп». В тоже время на 19 корпусах того же предприятия установлены компактные люминесцентные лампы, затраты птицефабрики только на закупку ламп взамен вышедших из строя составляют около 100 тысяч рублей в месяц. В настоящее время ведется поставка светодиодных систем освещения для поэтапного переоснащения этих корпусов.



Рис.3 Корпуса клеточного содержания ремонтного молодняка размерами 18X132 метра. Светодиодные системы освещения ИСО «Хамелеон» установлены в апреле 2011 года. Уровень освещенности на нижней кормушке 60 люкс. Цветовая температура 3500 К.

Срок службы и надежность светодиодов.

Наша компания производит системы освещения с учетом современных технологий в области светодиодов и является узкоспециализированным предприятием. Мы занимаемся только светодиодным освещением, что позволяет нам постоянно вести научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы по совершенствованию выпускаемого оборудования. Как и в любой совершенно новой области человеческой

деятельности, связанной с новейшими технологиями, в начале нашей деятельности были и неудачи, но накопленный богатейший опыт и знания, позволяют нам проектировать и производить надежное и качественное светодиодное оборудование, которое достаточно быстро окупается и может служить более 5 - 6 лет.

Некоторые считают, что использовать светодиоды в сельском хозяйстве и производить осветительное оборудование на их основе достаточно легко и не представляет никакой сложности. Достаточно взять готовую плату какого-нибудь производителя, на которой установлены любые светодиоды и драйвера питания на 220 В и освещение готово. На самом деле все не так просто.

Система светодиодного освещения представляет собой сложный комплекс технических средств, при создании и производстве которого требуется учитывать большое количество зачастую взаимоисключающих факторов. Рассмотрим, например, светодиодные светильники. При их проектировании и производстве необходимо соблюдать определенные электрические и температурные требования к эксплуатации светодиодов. Срок службы источников света на основе светодиодов напрямую зависит от температуры на кристалле и рабочего тока, чем меньше температура и (или) рабочий ток, тем дольше будет работать светодиод. Для примера на рис.4 представлена информация на основе данных по светодиодам компании «SEOUL SEMICONDUCTOR».

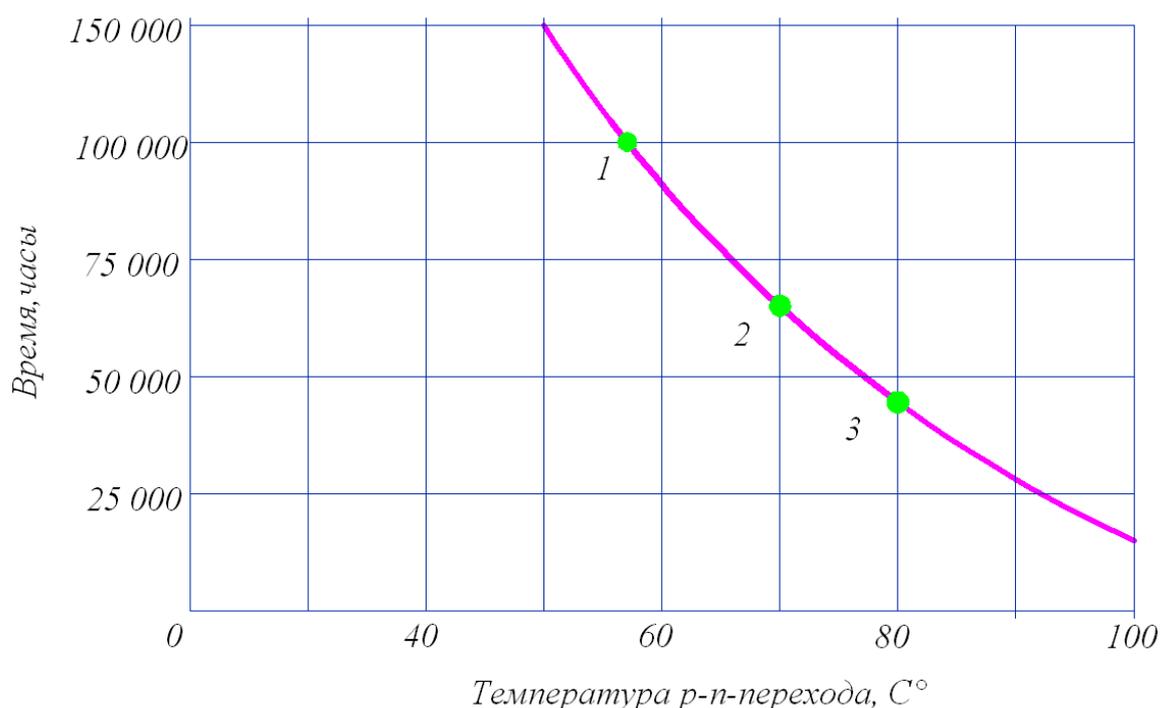


Рис. 4 Зависимость срока службы светодиодов до уменьшения светового потока на 50 % в зависимости от температуры на кристалле светодиода.

Сравнивая, продолжительность работы для температур на кристалле светодиода $+70^{\circ}\text{C}$ (точка 2) и $+80^{\circ}\text{C}$ (точка 3) видно, что возрастание температуры всего лишь на 10 градусов приведет к сокращению срока службы светодиода примерно на 20 000 часов (более 2 лет непрерывной эксплуатации). В данном случае важно то, что даже достаточно небольшое снижение температуры приводит к существенному увеличению времени жизни светодиода при фиксированном рабочем токе. Соблюдение температурного режима работы светодиода обеспечивается применением специальных технических решений, направленных на максимальное снижение разницы температур окружающей среды и светодиода. Для помещений, где содержится птица, это очень важно, так как температура в птичнике может достигать до $+40^{\circ}\text{C}$ – $+45^{\circ}\text{C}$. Наиболее экономически и технически целесообразным в данном случае способом является применение алюминиевого радиатора в конструкции корпуса светильника, на котором крепится плата со светодиодами, и имеющего непосредственный контакт с окружающей средой. Таким образом, здесь «отвоевывается» каждый градус температуры кристалла светодиода, что позволяет максимально продлить срок его службы. Если проанализировать конструкции светодиодных светильников ведущих мировых производителей светодиодного оборудования, видно, что при мощности светильника от 5-10 Вт и выше в конструктив корпуса светильника обязательно входит алюминиевый теплоотвод. Естественно, что в нашем случае должны соблюдаться и требования к корпусу по обеспечению герметичности.

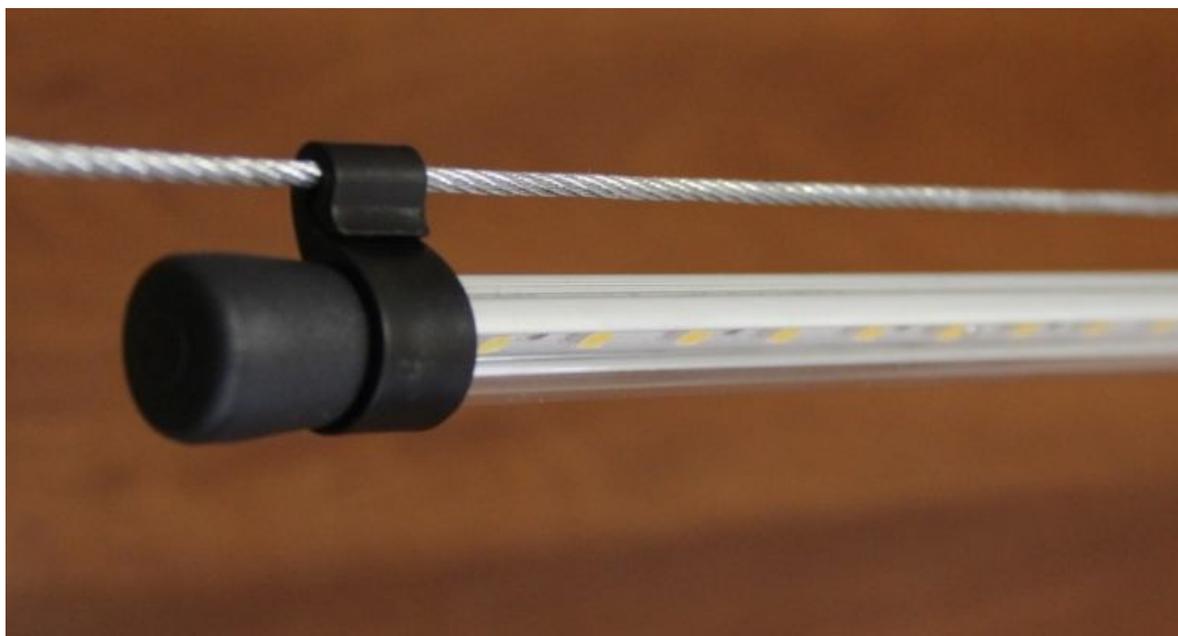


Рис. 5 Один из вариантов светодиодного светильника ИСО «Хамелеон». Алюминиевая часть корпуса позволяет соблюдать оптимальный тепловой режим работы светодиодов, а крышки из полимерных материалов обеспечивают герметичность по классу защиты IP-66

Тем не менее, некоторые производители светодиодного оборудования решают проблему ускоренной деградации светодиодов в светильниках мощностью от 10 до 20 и более Вт, при использовании внешнего корпуса полностью из полимерных материалов, обладающих плохой теплопроводностью, избыточным количеством светодиодов в светильнике. В некоторых случаях на начальном этапе уровень освещенности таких светильников превышает заданный в 1,5 - 2 раза. Такой способ неэффективен экономически, так как возрастает стоимость оборудования. Кроме того, из-за нелинейной зависимости деградации светодиодов от температуры, срок службы таких светильников все равно снижается на 20-30%.

Соблюдение требований по рабочему току полностью ложится на систему питания светодиодов, которая должна не только сохранять номинал питающего напряжения и тока в определенных пределах, но и обеспечивать защиту светодиодов, например, от бросков напряжения промышленной сети. Кроме того, она должна соответствовать требованиям ГОСТ и МЭК по электромагнитной совместимости и искажению параметров напряжения промышленной сети, чтобы исключить влияние на другое оборудование, установленное в помещении. Что очень важно по причине наличия в светильнике сложной электроники, ложное срабатывание которой или выход из строя приведет к отключению, например, системы вентиляции, и как следствие к гибели птицы через считанные часы. Большинство маломощных драйверов, выпускаемых промышленностью, не соответствует этим требованиям. Здесь необходимы полноценные блоки питания, сертифицированные по соответствующим показателям.

Нельзя забывать и качество светодиодов. Некоторые компании, предлагающие светодиодные системы освещения, используют, как они говорят, светодиоды ведущих мировых производителей, причем наименование производителя меняется каждые несколько месяцев. К сожалению известны случаи, когда светодиоды заявленного класса, данный производитель попросту не производит и никогда не производил. Такое непостоянство часто приводит к дезинформации и говорит о том, что инженеры данных предприятий просто слабо разбираются в технических особенностях различных классов светодиодов. Наши специалисты, более 10 лет сотрудничают с крупными производителями светодиодов и

полупроводниковых структур (кристаллов), например, компанией «EPISTAR» Тайвань. Это не значит, что мы не рассматриваем и других производителей, таких как «SAMSUNG», «CREE», «NICHIA», «OSRAM OPTO SEMICONDUCTORS». Выбор класса и типа светодиодов происходит на основе оптимального соотношения большого количества зачастую противоречивых факторов, таких как, например, качество и конструкция светодиодов, их стоимость. В зависимости от используемых светодиодов проектируется корпус светильника, где учитывается отвод тепла от светодиода и герметичность самого корпуса светильника. Важную роль в данном случае имеют и тестовые испытания вновь созданных светильников, которые включают исследования светодиодов на деградацию в течение 6-8 месяцев при температуре $+45^{\circ}\text{C}$ – $+50^{\circ}\text{C}$, испытания на герметичность корпусов светильников при мойке аппаратами высокого давления и химическую стойкость при использовании дезинфицирующих препаратов.

Наглядным примером надежности и долговечности светодиодного оборудования ИСО «Хамелеон» являются результаты измерений, выполненные на площадке Балахоновская Ставропольского края 1 августа 2012 года. Освещенность в десяти корпусах напольного содержания цыплят-бройлеров составила в среднем 45-46 люкс, уменьшение светового потока в течение почти 3 лет с начала эксплуатации составило 8 % - 9 % от начального в сентябре 2009 года (50 люкс) при высоте подвеса светильников 2,4 - 2,5 метров. Этот показатель является очень хорошим для светодиодных светильников, эксплуатация которых проходит в достаточно неблагоприятных условиях. При необходимых для предприятия 35 - 40 люксах, данные системы светодиодного освещения могут эксплуатироваться еще 3-4 года. Количество вышедших из строя светильников по разным причинам за период эксплуатации составила 1 – 2 шт. из 120 и более светильников на птичник. Практически все вышедшие из строя светильники были восстановлены силами специалистов птицефабрики, так как имеют разборный корпус и просты в устройстве.



Рис.6 Корпуса напольного содержания бройлеров на площадке Балахоновская. Светодиодные системы освещения ИСО «Хамелеон» установлены в сентябре-октябре 2009 года. Уровень освещенности в среднем 45-46 люкс. Цветовая температура 5500 К.

Особо хотелось бы выделить, светодиодное оборудование, предназначенное для использования при клеточном выращивании цыплят-бройлеров. С одной стороны, это существенное снижение потребления электроэнергии за счет расположения маломощных светильников 1,2 Вт непосредственно над кормушками на высоте 40 см от пола клетки и увеличение производственных показателей. С другой, гораздо более жесткие условия эксплуатации, определяемые коротким сроком выращивания птицы и как следствие более частой мойкой и обработкой клеточного оборудования, расположением светильников непосредственно в клетке и их большим количеством. Все это предъявляет и более жесткие требования к светодиодному оборудованию. Светодиодные светильники и линии питания должны быть максимально изолированы от воздействия воды и химических препаратов, а сам корпус светильника герметичен и стоек к механическим воздействиям (во время мойки и выращивания птицы, особенно на последних этапах). Эти параметры должны обеспечиваться в течение всего срока службы системы светодиодного освещения. Специалисты нашей компании уделяют повышенное внимание совершенствованию оборудования этого класса. Одна из последних модификаций светильника для клеточного содержания цыплят-бройлеров успешно используется на ОАО «ПТИЦЕФАБРИКА ЗЕЛЕНЕЦКАЯ», где из 4 460 светильников, входящих в

состав 3 систем светодиодного освещения, в течение 10 месяцев эксплуатации с октября 2011 года вышло из строя всего 5 светодиодных светильников.



Рис.7 Светодиодное освещение при клеточном выращивании цыплят-бройлеров. Светильники располагаются над каждой кормушкой и создают максимальный уровень освещенности до 100 лк на кормовом фронте. Пространственное разнесение светодиодов и расположение светильника поперек длины батареи позволяет, кроме того, создать необходимую освещенность на полках.

Система светодиодного освещения ИСО «Хамелеон», производства компании «Техносвет групп» имеет преимущества и в плане электробезопасности. Оборудование соответствует требованиям ПУЭ-7 для эксплуатации в помещениях с повышенной опасностью согласно п.1.1.13, 1.1.7, 1.1.8, 1.1.11. (влажность выше 75 %, температура +35 и выше, пыль) за счет использования герметичных светильников (IP 66), кабелей с утолщенной внешней изоляцией при напряжении питания 24 В (является безопасным согласно ПУЭ-7). Элементы системы светодиодного освещения, использующие напряжение питания 220 В размещаются на стенах в определенных местах, где расположено другое оборудование птичника с таким же напряжением питания и проходят магистрали высокого напряжения 220 В. Попадание напряжения 220 В на металлоконструкции исключено 2 степенями защиты в блоках сопряжения. Защита самих блоков

обеспечивается конструкцией металлического шкафа промышленного производства. Коррозионная защита и устойчивость к агрессивной среде достигается применением специального лакокрасочного покрытия металлических частей, а также применением коммутационных коробок из устойчивых к щелочным и кислотосодержащим средствам полимерных материалов с классом IP66. Герметичность коммутационных коробок и металлических шкафов обеспечивается применением винтовых соединений и резиновых прокладок. Таким образом, мойка светильников в отличие от люминесцентных ламп и ламп накаливания может осуществляться персоналом без специального допуска, во включенном состоянии и полностью безопасна. Пониженное напряжение питания также считается одним из способов повышения пожаробезопасности.



Рис.8 Блоки сопряжения из состава светодиодной системы освещения ИСО «Хамелеон». Металлический шкаф обеспечивает оптимальный температурный режим работы электронного оборудования для максимального продления срока службы.

Влияние светодиодного освещения на продуктивные показатели

Наша компания первой в России создала и в промышленных масштабах приступила к выпуску светодиодных систем освещения для сельского

хозяйства. В частности, об этом свидетельствует полученный совместно со специалистами ВНИТИП г. Сергиев Посад, приоритет на изобретение способа содержания сельскохозяйственной птицы. Благодаря особенностям применения, светодиодные источники света, как показывают научные исследования, проводимые во Всероссийском научно-исследовательском и технологическом институте птицеводства г. Сергиев Посад, позволяют существенно повысить продуктивные показатели в птицеводстве. В частности, по результатам исследований можно заключить, что при содержании яичных кур промышленного стада в клеточных батареях новый способ локального освещения светодиодными светильниками белого теплого спектра (2 700 К – 3 500 К) по сравнению с традиционным способом позволяет повысить сохранность поголовья на 2,8-4,6%, яйценоскость на начальную и среднюю несущку – на 9,8-16,0 и 9,1-12,6%, массу яиц – на 1,9-2,9%, выход яиц категории «высшая», «отборная» и «первая» - на 1,1-1,2; 2,1-6,0 и 5,4-7,3%, выход яичной массы на начальную и среднюю несущку – на 12,8-17,8 и 12,4-14,2% при снижении затрат корма на 10 яиц и 1 кг яичной массы – на 8,6-11,7 и 10,9-12,7%, соответственно. Эффективность локального освещения светодиодными светильниками белого теплого спектра освещения (2 700 К – 3 500 К) подтвердилась и при выращивании цыплят-бройлеров.



*Рис.9 Виварий Загорского экспериментального племенного хозяйства
ВНИТИП г. Сергиев Посад. Исследования проводятся на оборудовании
ИСО «Хамелеон»*

В настоящее время компанией организовано дочернее предприятие по производству систем освещения на основе светодиодов для сельского хозяйства и в Украине. Оборудование, которое будет производить компания «Техносвет групп Украина» в г. Миргород, не отличается по качеству от российского. Основным отличием станет привлекательная для украинского рынка стоимость оборудования, которая, естественно, не будет включать расходы на перевозку, таможенные пошлины и другие затраты, присущие импорту оборудования из другой страны.

Таким образом, использование светодиодного освещения производства «Техносвет групп» позволит существенно снизить затраты сельскохозяйственных предприятий на электроэнергию, стоимость которой постоянно растет, сократить в несколько раз расходы на обслуживание систем освещения, исключить необходимость замены источников света и их утилизации, повысить продуктивные показатели за счет эффективного применения режимов прерывистого освещения, обеспечить пожаро и электробезопасность в корпусах для выращивания и содержания животных и птицы. Окупаемость систем светодиодного освещения только за счет снижения энергопотребления в течение года при замене ламп накаливания и до 2 лет при замене люминесцентных ламп позволит снизить себестоимость продукции, повысить ее конкурентоспособность, что положительно скажется на рентабельности производства.