

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение
«Российский научно-исследовательский институт информации
и технико-экономических исследований по инженерно-
техническому обеспечению агропромышленного комплекса»
(ФГБНУ «Росинформагротех»)

**ЦИФРОВЫЕ РЕШЕНИЯ
ДЛЯ ПТИЦЕВОДСТВА**

Аналитический обзор

Москва
2022

УДК 004.9:636.5

ББК 32.97:46.8

Ц 75

Рецензенты:

Ю.А. Колосов, д-р с.-х. наук, проф., проф. кафедры разведения сельскохозяйственных животных, частной зоотехнии и зоогигиены имени академика П.Е. Ладана (ФГБОУ ВО Донской ГАУ);

В.И. Балабанов, д-р техн. наук, проф., зав. кафедрой (ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева)

Кузьмина Т.Н., Гольяпин В.Я., Скляр А.В., Гладин Д.В., Зотов А.А.
Ц 75 Цифровые решения для птицеводства: аналит. обзор. – М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2022. – 156 с.

ISBN 978-5-7367-1714-9

Приведены цифровые решения, лежащие в основе современных систем управления и оптимизации технологических процессов в птицеводстве, позволяющие получать необходимую для принятия решения информацию, оптимизировать расход ресурсов и снизить себестоимость продукции. Рассмотрены основные этапы развития цифровизации птицеводства, способствующие повышению эффективности управления производством продукции, интеллектуализации технологических процессов.

Предназначен для специалистов агропромышленного комплекса, научных работников, преподавателей и студентов образовательных учреждений и лиц, принимающих решения по управлению производством продукции птицеводства.

Kuzmina, T.N., Golyapin, V.Ya., Sklyar, A.V., Gladin, D.V., Zotov, A.A. *Digital Solutions for Poultry Farming: Analytical Review* (Moscow: Rosinformagrotekh), 156 (2022).

Digital solutions are given that underlie modern systems for managing and optimizing technological processes in poultry farming, which allow obtaining the information necessary for making a decision, optimizing resource consumption and reducing product costs. The main stages in the development of digitalization of poultry farming, which are necessary to improve the efficiency of production management, and the intellectualization of technological processes, are considered.

It is intended for specialists of the agribusiness, scientists, teachers and students of educational institutions and decision-makers in the management of poultry production.

УДК 004.9:636.5

ББК 32.97:46.8

ISBN 978-5-7367-1714-9

© ФГБНУ «Росинформагротех», 2022

ции накопления и анализа полученных данных возможно обнаружение кишечных заболеваний на ранней стадии на основе постоянной оценки экскрементов. Все измеренные данные можно также просмотреть в виде графиков или диаграмм, которые показывают динамику изменений по каждой партии птицы.

3.7. Цифровые технологии в освещении птичников

В промышленном птицеводстве одним из основных факторов внешней среды, способствующих достижению генетически обусловленной продуктивности птицы, является освещение в птичнике, к основным характеристикам которого относятся продолжительность светового дня, алгоритм его изменения, интенсивность освещения, спектр и цветовая температура излучения, а также параметры пульсации освещенности [27-31].

Освещение играет важную роль в обеспечении условий выращивания и содержания птицы, влияет на рост, развитие, поведение и продуктивность птицы, позволяет оптимизировать конверсию корма, снизить расклев, каннибализм, а следовательно, падеж поголовья [32-37].

При организации освещения в птичнике следует учитывать особенности зрения птицы. Диапазон длин волн видимого излучения, улавливаемого птицей, шире человеческого, а в его нижней части (синий цвет) и верхней (красный цвет) чувствительность зрения выше [38-41].

Птицы обладают четырьмя особыми видами одинарных и двойных колбочек [42]. Дополнительный тип одинарных колбочек в сетчатке глаза птицы, участвующих в цветном зрении, делает зрение птицы тетрахроматическим, т.е. теоретически она может различать в 2 раза больше цветов, чем человек [43, 44]. Четвёртый тип одинарных колбочек может быть чувствительным к ультрафиолетовой и фиолетовой частям спектра [45], а птиц, обладающих каждым из этих типов колбочек, относят к особям, чувствительным к ультрафиолетовой [46] или фиолетовой части спектра [47, 48] соответственно.

До недавнего времени традиционными при освещении помещений для содержания птицы считались лампы накаливания (ЛН) и люминесцентные лампы (ЛЛ) [49]. Однако малая энергоэффективность первых (до 20 лм/Вт) и отсутствие полноценного управления

освещенностью в птичнике вторых, приводили к снижению производительности птицеводческих предприятий из-за больших затрат на электроэнергию и недостаточных зоотехнических показателей птицы, одним из основных факторов успешного увеличения которых является обеспечение однородности стада птицы [50]. При содержании в промышленном птичнике крайне важно, чтобы начальный возраст, масса, физиологическое состояние птицы, а также условия ее содержания были максимально схожими с нормативами производителей кросса. Освещение является важной частью общего микроклимата в птичнике как при напольном, так и клеточном содержании. При этом большая площадь птичника, в котором птица содержится на полу, и особенно ее расположение на нескольких вертикальных ярусах клеточного оборудования требует решения сложной задачи обеспечения равномерной освещенности путем создания для всего поголовья одинакового светового микроклимата.

При использовании ЛН и ЛЛ, например в клеточном оборудовании для содержания птицы, освещенность в клетках, расположенных на разных ярусах клеточной батареи, варьирует в широком диапазоне [51]. Установлено, что повышенная и пониженная освещенность вызывает у птицы состояние хронического стресса и приводит к снижению жизнеспособности и продуктивности. При этом более сильным стресс-фактором является чрезмерная освещенность. Равномерная освещенность возможна только при увеличении количества источников света, расположенных традиционным способом горизонтально в нескольких линиях освещения при напольном содержании птицы или на одном подвесе в каждом проходе между клеточными батареями. При использовании ЛН и ЛЛ это приводит к еще большему увеличению энергопотребления, а следовательно, снижению эффективности производства мяса и яйца птицы [52].

Для управления освещенностью в птичнике с ЛН и ЛЛ разработаны некоторые технические решения. Например, отечественной компанией «Резерв» (г. Тула) разработано и выпускается устройство управления системами освещения на ЛЛ, используемых в птицеводстве. Регулятором освещения РЛО-02 (рис. 3.27) управляются до 300 люминесцентных светильников, подключаемых к выходу управляющего аналогового сигнала 0-10 В, и обеспечивается изменение освещенно-

сти в птичнике согласно заданным режимам прерывистого освещения с реализацией в современном варианте функции «рассвет-закат».



Рис. 3.27. Регулятор освещения РЛО-02 компании «Резерв» (г. Тула)

Однако использование управления световым потоком, особенно ЛЛ, приводит к существенному сокращению их срока службы и значительному удорожанию осветительного оборудования.

Настоящим революционным прорывом в области повышения эффективности освещения птичников стала возможность использования современных, в том числе цифровых, технологий на основе твердотельных источников света – светодиодов. При этом, если в отечественном птицеводстве в основном используются зарубежные технологии и оборудование, то освещение стало одним из направлений, которое успешно развивается на основе отечественных научно-потенциала и производственной базы [52].

На российском рынке системы светодиодного освещения (далее – ССО) для птицеводства предлагают несколько крупных производителей продукции – компания «Гелан» (г. Белгород), «Резерв» (г. Тула), «Техносвет Групп» (г. Череповец). В общей сложности более 80% птицефабрик в России используют светодиодное освещение этих производителей.

В отличие от ЛН и ЛЛ, на основе которых возможны в основном аналоговые технические решения, использование светодиодов в освещении птичников позволило использовать современные, в том числе цифровые, технологии в целях:

- организации управления освещенностью, обеспечения высокой электробезопасности и равномерности освещения птичника;

- оптимизации состава, структуры и выполняемых функций ССО для повышения эффективности и снижения стоимости оборудования;

- проектирования распределения освещенности в птичнике с использованием специального программного обеспечения (СПО) и определение оптимального количества необходимых светильников и их параметров;

- определения значений параметров освещения, при которых могут быть достигнуты высокие зоотехнические показатели птицы или снижено их негативное влияние, обработки, анализа результатов научных исследований и выработки на их основе рекомендаций эффективного использования светодиодного освещения.

Для использования источников света в птицеводстве необходимо управление их световым потоком от полного выключения до максимального уровня свечения. Эффективное управление режимами освещения в период выращивания и содержания является необходимым условием для достижения высокой жизнеспособности и продуктивности птицы. В этой связи в настоящее время нерегулируемые источники света в птицеводстве практически не используются.

Управлять световым потоком светодиодных светильников, а значит, и освещенностью в помещении, где они установлены, можно двумя основными способами [53]:

- изменением непосредственно рабочего напряжения и тока светодиода в соответствии с управляющим воздействием с заданной градацией;

- использованием широтно-импульсной модуляции (ШИМ) напряжения и тока питания светодиода.

Основным способом управления освещенностью в птичниках является широтно-импульсная модуляция (ШИМ) питающего напряжения светодиодных светильников, она используется в светодиодных системах освещения на более чем 90% птицеводческих предприятиях России и ближнего зарубежья. ШИМ позволяет существенно повысить эффективность, надежность, снизить себестоимость организации управления светодиодным освещением,

повысить электробезопасность эксплуатации и обслуживания осветительного оборудования за счет использования низкого (до 50 В) напряжения питания светильников.

Широтно-импульсная модуляция (ШИМ, англ. pulse-width modulation (PWM) – процесс управления мощностью методом периодического включения и выключения нагрузки с неизменной частотой и изменяемой скважностью (заполнением) импульсов (рис. 3.28) [54].

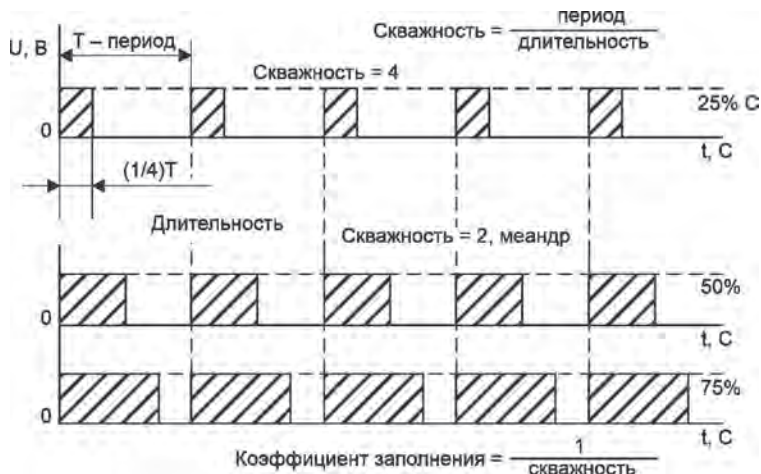


Рис. 3.28. Параметры ШИМ напряжения источника питания

При ШИМ напряжения источника питания период следования импульсов (T) и амплитуда остаются постоянными, а длительность импульсов изменяется. Она выражается в двух взаимно обратных величинах – скважности и коэффициенте заполнения. Например, скважность меандра равна 2, а коэффициент заполнения – 0,5, или заполнение 50%.

Зрение человека имеет определенную инерцию (персистенцию), которая определяет способность воспринимать дискретные последовательные во времени события как непрерывные [55]. Классическим примером является диск Ньютона, который был описан еще Птолемеем во II в., демонстрирующий получение белого цвета из цветных секторов при их быстром движении. При опреде-

ленной скорости движения сегментированный по цветам диск превращался в непрерывный – белого цвета, а глаз человека переставал воспринимать отдельно каждый из разноцветных секторов. По той же причине быстро следующие друг за другом сменяемые несколько уровней освещения при превышении определенной частоты будут восприниматься органами зрения человека как некий одинаковый усредненный уровень освещенности. Подобное восприятие является особенностью зрения, в том числе и птицы. Благодаря этому возможно использование ШИМ для управления уровнем освещенности в птичниках.

Максимально возможный световой поток светильника достигается при подаче на него постоянного напряжения при отсутствии ШИМ (рис. 3.29а). Для реализации снижения уровня освещенности напряжение подвергается ШИМ с заполнением 50% (рис. 3.29б) и 25% (рис. 3.29в). При этом указанное заполнение импульсов отображается на блоке управления, а органы зрения человека и птицы будут наблюдать практически такое же снижение освещенности на 50 и 25% в птичнике, где установлены источники света. Частота следования импульсов в системах освещения «Техносвет Групп» составляет 977 Гц, что в несколько раз превышает требования ГОСТ 33393-2015 (до 300 Гц), а также гарантированно обеспечивает одинаковость и непрерывность ощущения уровня освещенности.

Данный способ управления освещенностью и использование для питания светильников в птичнике постоянного напряжения 48 В позволяют существенно снизить стоимость системы освещения за счет оптимизации конструкции светильников и схемы управления их световым потоком, обеспечить стабильный продолжительный режим работы светодиодов, повысить надежность оборудования, электробезопасность при ее эксплуатации и обслуживании. Для такого варианта управления освещением с использованием ШИМ коэффициент пульсации будет равен 100%, а частота – 977 Гц, что согласно исследованиям [56], проведенным на базе ФНЦ «ВНИТИП» РАН (г. Сергиев Посад), не влияет на зоотехнические показатели птицы и безопасно для неё и обслуживающего персонала в птичнике.

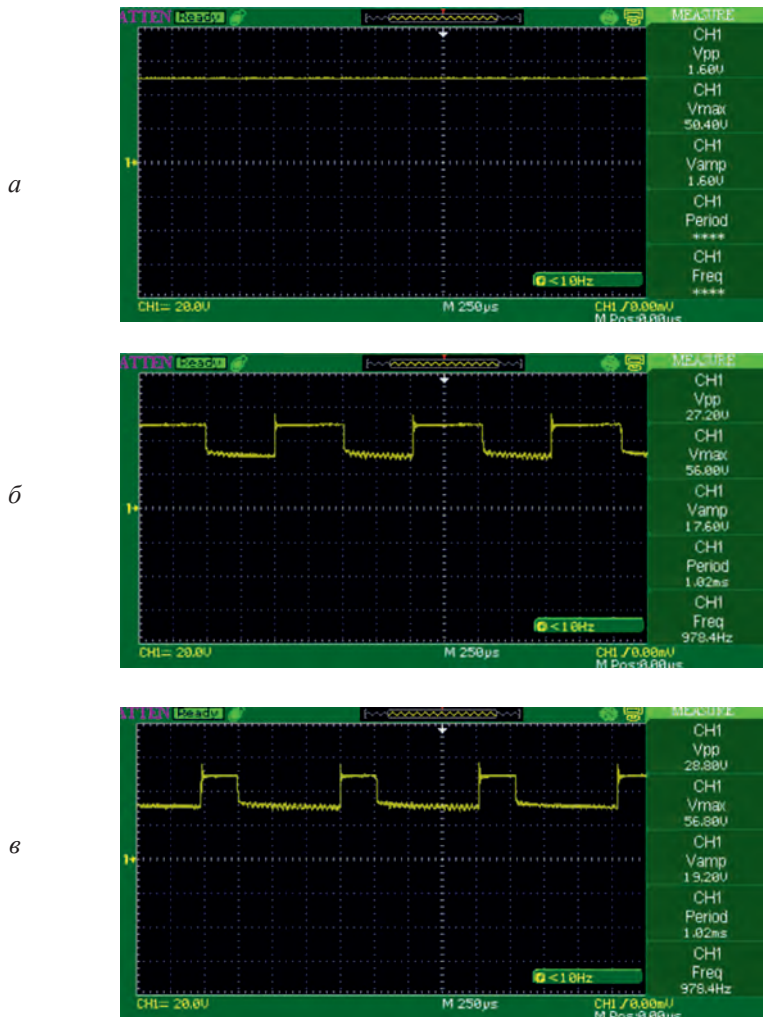


Рис. 3.29. Осциллограмма напряжения питания, поступающего на светодиодные светильники компании «Техносвет Групп»:
а – при отсутствии ШИМ; б – при ШИМ с заполнением 50%; в – 25%

Современные птичники оборудуются ССО, в которую входят, помимо самих светодиодных источников света, еще и элементы

электропитания и управления световым потоком светильников. Современные технологии позволяют использовать модульный принцип построения ССО (рис. 3.30).

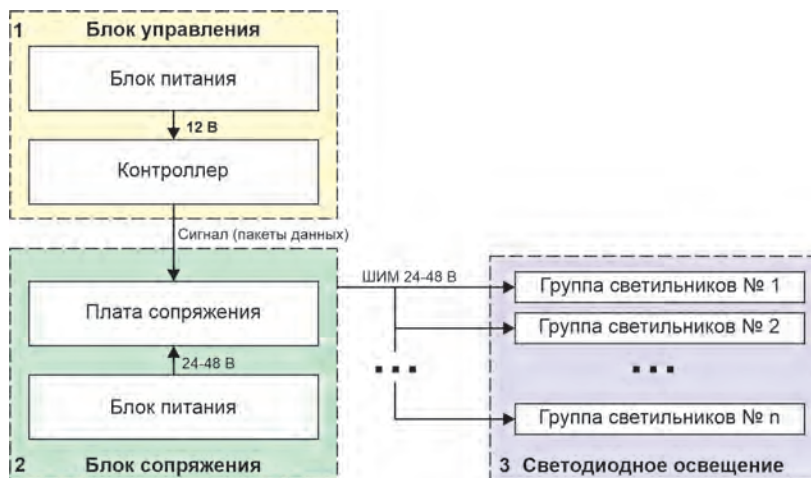


Рис. 3.30. Структурная схема ССО для птичников компании «Техносвет Групп»

Структурная схема осветительного оборудования состоит из трех функциональных блоков:

- блока управления (БУ), включающего в себя контроллер управления системой светодиодного освещения и блок питания на 12 В. БУ полностью автономен и может производить воздействие на систему освещения по заложенному расписанию без постоянного вмешательства человека (рис. 3.31);

- блока сопряжения (БС), который состоит из платы или группы плат сопряжения (ПС), принимающих сигнал с БУ в виде цифрового пакета данных, и блоков питания (БП) напряжением 48 В (или 24 В) групп светодиодных светильников (СС). ПС служит источником ШИМ питающего напряжения, поступающего с БП на СС. Питание самих ПС также осуществляется от БП. В БС встроены автоматические выключатели для предотвращения выхода из строя устройств из-за перегрузки или короткого замыкания;

■ групп СС, состав которых может меняться в зависимости от расположения СС в птичнике, но не должен превышать максимально возможные значения по нагрузке БП.

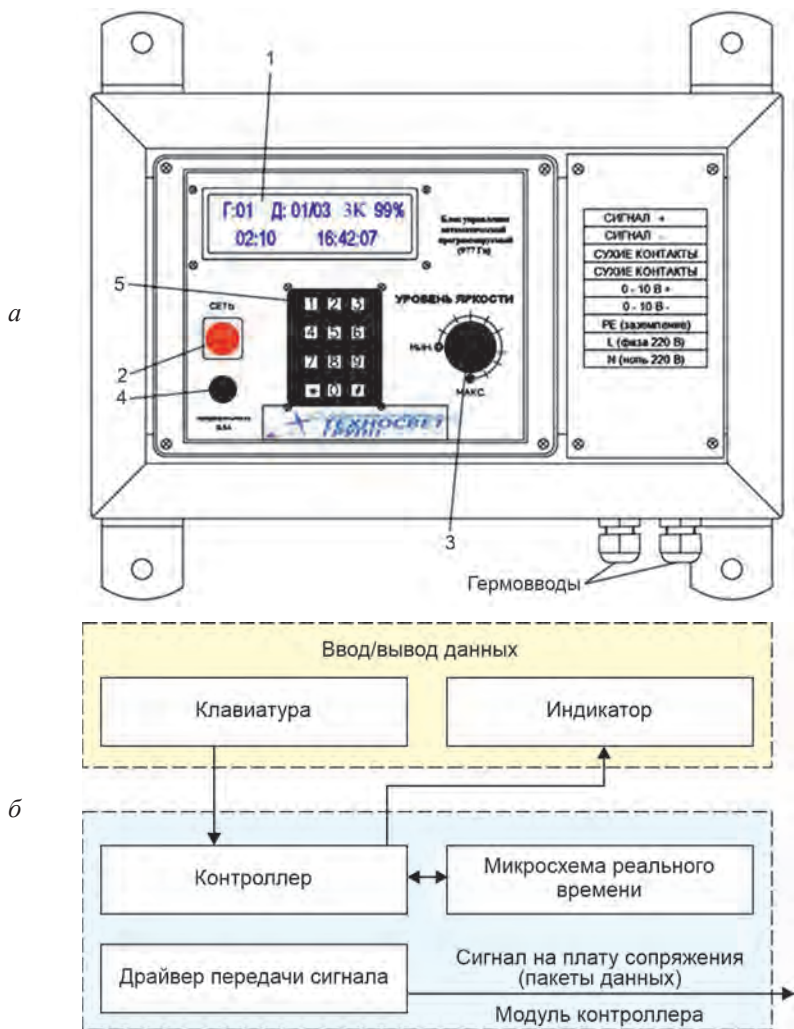


Рис. 3.31. Блок управления БУ-6АЦМ компании «Техносвет Групп»: а – внешний вид; б – структурная схема

Блок управления включает в себя элементы настройки контроллера, дисплея (индикатора), символьного индикатора (2×16), микросхемы часов реального времени с кварцевой стабилизацией, клавиатуры управления и набора программы, драйвера передачи цифровых пакетов данных на ПС.

В блоке используется метод группирования повторяющихся дней расписания в отдельные группы, имеющие порядковые номера с 1 по 47 (максимальное число групп зависит от версии программного обеспечения). Каждая группа может содержать от 1 до 99 дней, что позволяет формировать расписание освещенности на продолжительное время.

Ввод программы с клавиатуры осуществляется в режиме текстового диалога, организованного посредством вывода сообщений на текстовый индикатор. При вводе производится запрос количества событий в сутках, времени изменения освещенности, продолжительности «рассвета» и «заката», а также других параметров.

Для воздействия на плату сопряжения в БУ используется передача цифровых пакетов данных на ПС по интерфейсу «токовая петля». В зависимости от заложенного расписания контроллер передает данные на плату сопряжения для изменения освещенности и других параметров освещения.

Использование цифровых технологий позволяет управлять световым потоком светильников с точностью, обеспечивающей градацию уровней освещенности в птичнике от 0,2 до 2 лк в зависимости от максимального значения. Кроме того, ПС совместно с БУ может быть запрограммирована практически на любую зависимость уровня освещенности от управляющего воздействия, что позволяет задавать различную градацию изменения освещенности на разных участках практической освещенности. Например, при максимальной освещенности 100 лк в птичнике напольного содержания птицы от 0 до 30 лк можно задать градацию изменения освещенности в 0,2 лк, от 30 до 50 лк – 0,5 лк, а далее – до максимального уровня 100 лк в 2 лк.

Четырехканальный блок сопряжения БС-48.4.4 состоит из четырех ПС и БП; входных сигнальных клемм ПС, на которые поступает управляющий сигнал от БУ; входных/выходных автоматических выключателей и клемм для подключения блоков питания от сети

220 В и нагрузки (светодиодных светильников) (рис. 3.32). Количество блоков питания, плат сопряжения и элементов коммутации может меняться в зависимости от необходимой мощности нагрузки и количества подключаемых групп светильников.

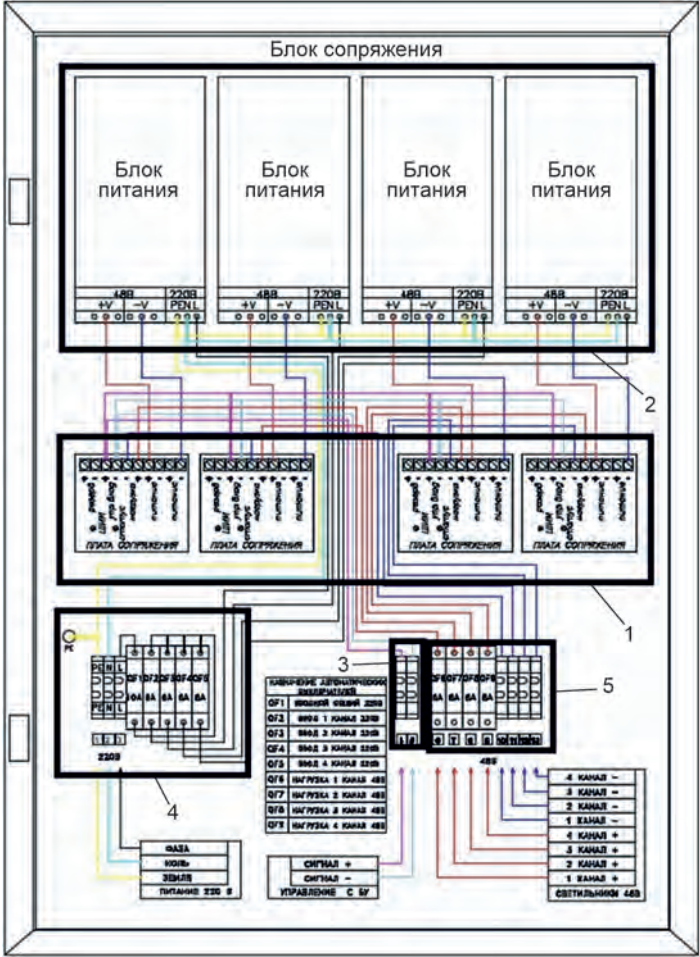


Рис. 3.32. Структурная схема четырехканального блока сопряжения БС-48.4.4. компании «Техносвет Групп»

Плата сопряжения (рис. 3.33) включает в себя интерфейс приёмника драйвера «токовая петля» с гальванической развязкой (оптрон); контроллер на базе однокристального микроконтроллера, выполняющего функции обработки принятых пакетов (дешифрация адреса, значения ШИМ и проверка контрольной суммы), формирования 16-битного ШИМ и управления реверсивным реле и драйвером с силовым ключом; драйвер с силовым ключом, обеспечивающим выдачу питающего напряжения 48 В с ШИМ на группы светильников.

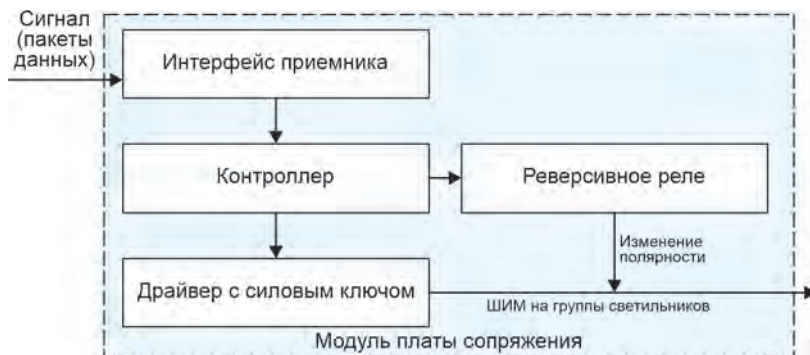


Рис. 3.33. Структурная схема ПС компании «Техносвет Групп»

Плата сопряжения осуществляет прием данных в виде цифровых пакетов-команд, их дешифрацию и обеспечение генерации ШИМ с заданной в пакете скважностью с разрешением 16 бит (яркость регулируется от 0 до 100% с шагом 1/65536). Кроме того, ПС выполняет функции защиты от короткого замыкания в цепи нагрузки.

Таким образом, применение светодиодов в качестве источников света в осветительном оборудовании для птичников позволяет создавать современные системы освещения, в которых используются передовые цифровые технологии в целях:

- снижения его себестоимости при одновременном повышении надежности и срока службы;
- существенном повышении электробезопасности при эксплуатации и обслуживании, а также равномерности освещения в птичниках;
- повышения производительности птицеводческих предприятий за счет внедрения передовых методик содержания птицы (режимы

прерывистого освещения, имитация «рассвета» и «заката», освещение со сменяемой цветовой температурой и др.);

■ исключения или существенного снижения негативного влияния на зоотехнические показатели птицы некоторых параметров освещения (пульсация освещенности и др.)

Современные цифровые технологии позволяют перед этапом производства и монтажа ССО в птичнике произвести моделирование распределения освещенности в птичниках как напольного, так и клеточного содержания. В результате с минимальными затратами можно выбрать оптимальный состав, конфигурацию осветительного оборудования и избежать снижения эффективности освещения.

Наглядно представить распределение освещенности в птичнике при проектировании системы освещения позволяет светотехнический расчет, выполненный в бесплатном доступном в сети Интернет специальном программном обеспечении (СПО) – программе «DIALux». Однако для проведения расчета необходима светотехническая модель источников света. Создание такой модели, техническое описание которой в формализованном виде для СПО «DIALux» содержится в файлах с расширением *ies*, представляет собой измерение светотехнических характеристик на специальном оборудовании, например, установке «Флак» производства отечественной фирмы «Архилайт» (рис. 3.34). Проводить измерения и формировать такие модели источников света могут только аккредитованные предприятия.

Модели источников света в виде *ies*-файлов загружаются в СПО «DIALux», где создается модель птичника; в нем распределяются необходимым образом источники света и задаются другие параме-

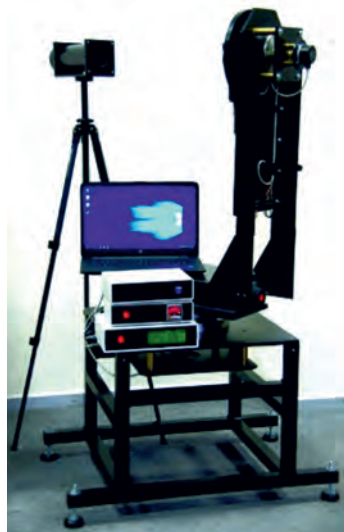


Рис. 3.34. Установка «Флак» в лаборатории компании «Техносвет Групп»

тры. Наиболее простым является светотехнический расчет птичника напольного содержания. При напольном содержании птицы равномерность освещения в общем случае зависит от количества используемых источников света, их расположения и геометрических размеров [57, 58]. Кроме того, важным фактором является кривая силы света (КСС) светодиодных светильников.

Большее количество светодиодных светильников мощностью 6 Вт, расположенных на пяти линиях освещения, в отличие от источников света 12 Вт на четырех линиях, дают более высокую равномерность освещения при возрастании стоимости оборудования на 8-10%. Создание одинаковой освещенности для всего поголовья является необходимым для обеспечения схожих условий содержания птицы и, в конечном итоге, достижения ее высоких зоотехнических показателей. Основными преимуществами содержания птицы в многоярусных клеточных батареях являются существенное увеличение поголовья в птичнике и возможность обеспечить высокую степень механизации и автоматизации технологических процессов, что положительно сказывается на зоотехнических показателях птицы и производительности труда. Однако с точки зрения однородности светового микроклимата для всего поголовья птицы клеточное содержание представляет собой гораздо более сложную задачу, при которой равномерность освещения необходимо обеспечить не только в одной горизонтальной плоскости (как при размещении птицы при напольном выращивании), но и на уровне каждого яруса клеточных батарей.

Пользуясь результатами светотехнического расчета для разного количества и мощности светодиодных светильников можно наглядно представить картину распределения освещенности в рассматриваемом птичнике (рис. 3.35, 3.36) и выбрать вариант осветительного оборудования с минимальными затратами финансов, времени и ресурсов.

Таким образом, использование современных цифровых технологий позволяет моделировать распределение освещенности в птичнике на самом начальном этапе их проектирования и решать задачу выбора осветительного оборудования для оптимального светового микроклимата, при котором будет обеспечена максимальная эффективность производства яйца и мяса птицы.

Современное развитие осветительного оборудования в птицеводстве тесно связано с передовыми, в том числе цифровыми, технологиями, которые позволяют улучшить эффективность систем освещения, снизить их себестоимость, повысить надежность и срок службы. Предварительное проектирование распределения освещенности в птичнике позволяет дополнительно снизить затраты и повысить эффективность использования современных источников света. Внедрение современных способов освещения невозможно без научных исследований, опытов и экспериментов. Можно предположить, что развитие осветительного оборудования в птицеводстве будет тесно связано с передовыми цифровыми технологиями, как и все сферы жизнедеятельности человека.

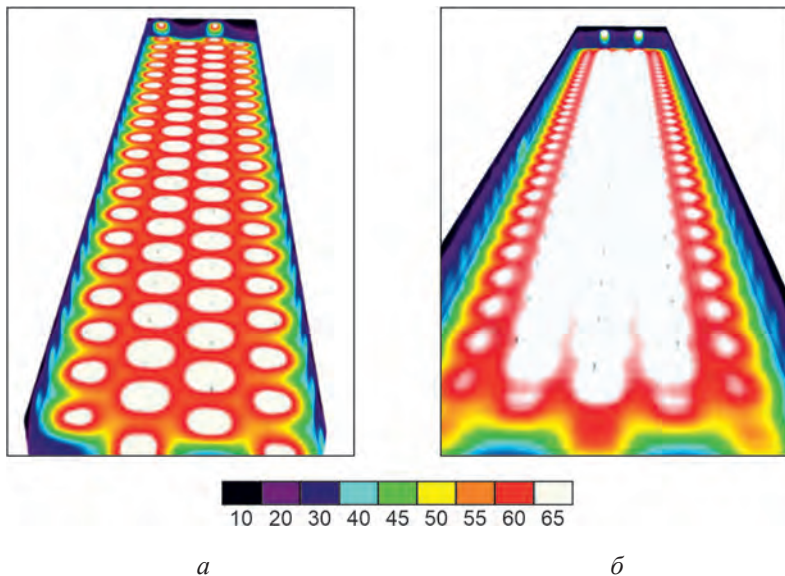
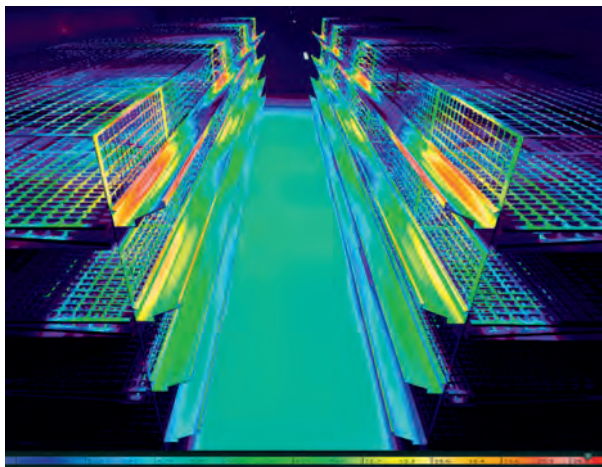
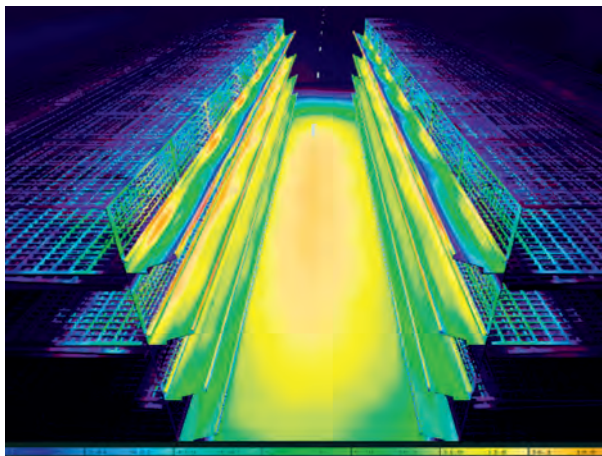


Рис. 3.35. Светотехнический расчет для птичника напольного содержания цыплят-бройлеров с освещенностью 60 лк, оборудованном на высоте 3 м с 84 светодиодными светильниками СН500-12-26-Т мощностью 12 Вт (а) и 165 светильниками СН300-6-13-Т 6 Вт (б) с 4 и 5 линиями освещения соответственно



a



б

*Рис. 3.36. Светотехнический расчет освещенности:
 а – при размещении ЛН мощностью 60 Вт традиционным способом
 на расстоянии 3 м друг от друга в проходах между клеточными
 батареями UV 600 фирмы «Big Dutchman» для содержания
 промышленного стада яичных кур; б – при размещении светодиодных све-
 тильников мощностью 1 Вт с линейной линзой
 DK-286X20-60X110-LENS-XT-H7 традиционным способом на расстоянии
 1,5 м друг от друга в проходах между клеточными батареями UV 600
 фирмы «Big Dutchman» для содержания кур-несушек*

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	3
1. СОСТОЯНИЕ ОТЕЧЕСТВЕННОГО ПТИЦЕВОДСТВА.....	5
2. ЭТАПЫ РАЗВИТИЯ ЦИФРОВИЗАЦИИ ПТИЦЕВОДСТВА	14
3. ЦИФРОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ПТИЦЕВОДСТВЕ	17
3.1. Цифровые технологии в системах диспетчеризации.....	17
3.2. Цифровые технологии в производстве комбикормов	40
3.3. Цифровые технологии управления процессом инкубации	48
3.4. Цифровые технологии управления микроклиматом в птичниках ..	55
3.5. Цифровые технологии управления аварийной сигнализацией.....	73
3.6. Роботизированные системы.	76
3.7. Цифровые технологии в освещении птичников.....	79
3.8. Цифровизация вспомогательных операций.....	95
3.9. Цифровизация управления раздачей кормов и поением в птичнике ..	99
3.10. «Облачные» технологии	101
3.11. Цифровые решения в селекции птицы.....	130
4. ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ ЦИФРОВЫХ РЕШЕНИЙ В ГРУППЕ КОМПАНИЙ «ДАМАТЕ».....	133
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	138
ЛИТЕРАТУРА.....	145

Кузьмина Татьяна Николаевна,
Гольяпин Владимир Яковлевич
(ФГБНУ «Росинформагротех»);
Скляр Алексей Владимирович
(компания «Big Dutchman»);
Гладин Дмитрий Викторович
(ООО «Техносвет Групп»);
Зотов Александр Анатольевич
(ФНЦ ВНИТИП РАН)

ЦИФРОВЫЕ РЕШЕНИЯ ДЛЯ ПТИЦЕВОДСТВА

Аналитический обзор

Редактор *Л.Т. Мехрадзе*
Обложка художника *Т.Н. Лапиной*
Компьютерная верстка *А.Г. Шалгинских*
Корректоры: *В.А. Белова, С.И. Ермакова*

fgnu@rosinformagrotech.ru

Подписано в печать 06.10.2022 Формат 60×84/16
Печать офсетная Бумага офсетная Гарнитура шрифта «Times New Roman»
Печ. л. 9,75 Тираж 500 экз. Изд. заказ 70 Тип. заказ 191

Отпечатано в типографии ФГБНУ «Росинформагротех»,
141261, Московская обл., г.о. Пушкинский, рп. Правдинский, ул. Лесная, д. 60