



УДК 631.227.2:628.94

DOI 10.30975/2073-4999-2020-22-4-52-56

УПРАВЛЕНИЕ СВЕТОДИОДНЫМ ОСВЕЩЕНИЕМ В ПТИЧНИКЕ НА ОСНОВЕ ШИРОТНО-ИМПУЛЬСНОЙ МОДУЛЯЦИИ ПИТАЮЩЕГО НАПРЯЖЕНИЯ

LED LIGHTING CONTROL IN POULTRY HOUSE AT THE BASE OF PULSE-WIDTH MODULATION OF SUPPLY VOLTAGE



Гладин Д.В., технический директор, канд. с.-х. наук

ООО «Техносвет групп», Вологодская обл.

D. V. Gladin, technical director, PhD in Agriculture

“Technosvet Group” OOO, Vologda region

Кавтарашвили А.Ш., главный научный сотрудник — заведующий лабораторией технологии производства яиц, д-р с.-х. наук, профессор

A.Sh. Kavtarashvili, chief researcher, head of the egg production technology laboratory, Dr. Sci. in Agriculture, full professor

ФГБНУ Федеральный научный центр «Всероссийский научно-исследовательский и технологический институт птицеводства» РАН (ФНЦ «ВНИТИП» РАН), Московская обл.

FSBSI Federal Scientific Center “All-Russian Research and Technological Poultry Institute” RAS (FSC ARRTPI RAS), Moscow region

Аннотация: Изучены физические принципы и технические основы современной организации управления светодиодным освещением в птичнике на основе широтно-импульсной модуляции. Рассмотрены состав и технические характеристики светодиодных систем освещения с управлением световым потоком.

Abstract: Physical principles and technical bases have been studied on modern organization of LED lighting control in poultry house at the base of pulse-width modulation. Composition and technical characteristics have been considered for LED lighting systems with control of light flow.

Ключевые слова: источники света, светодиоды, рабочий ток, напряжение, широтно-импульсная модуляция, управление световым потоком.

Key Words: light sources, light diodes, work current, voltage, pulse-width modulation, light flow control.

Для использования в птицеводстве светодиодных светильников необходимо организовать управление их световым потоком — от обеспечения максимального уровня свечения до полного выключения [1, 2, 3]. Эффективное управление процессом освещения в период выращивания и содержания птицы является необходимым условием достижения ее высокой жизнеспособности и продуктивности. В связи с этим в настоящее время в птицеводстве практически не используются нерегулируемые источники света [4, 5, 6]. Современные птичники оборудуют системами светодиодного освещения, в которые помимо источников света входят еще элементы электропитания и управления световым потоком светильников.

Управлять световым потоком светодиодных светильников, а значит, и освещенностью помещения, где

они установлены, можно двумя основными способами:

- путем изменения рабочего напряжения и тока светодиода в соответствии с управляющим воздействием с заданной градацией;
- за счет использования широтно-импульсной модуляции (ШИМ) напряжения и тока питания светодиода.

С целью изучения способов управления источниками света в системах светодиодного освещения нами было исследовано использование широтно-импульсной модуляции для изменения светового потока светодиодных светильников.

Световой поток светодиодов зависит от величины проходящего через них тока, который, в свою очередь, определяется приложенным к светодиодам напряжением [7], что дает

возможность управлять световым потоком непосредственно изменением напряжения источника питания. На *рисунке 1* показаны технические характеристики фирменных светодиодов Samsung.

Как видно на графиках, изменение напряжения на светодиоде с 2,8 до 3 В при температуре 25°C приводит к увеличению рабочего тока с 40 до 120 мА и возрастанию светового потока в 3 раза.

На практике при прочих одинаковых условиях разное количество светодиодов (светильников) в нагрузке источника питания приведет к изменению динамического сопротивления и различию его вольт-амперных характеристик (оранжевая и синяя линии на *рис. 2*). При одинаковом по среднему значению и амплитуде управляющем воздействии напряжения du1 (зеленая линия — среднее

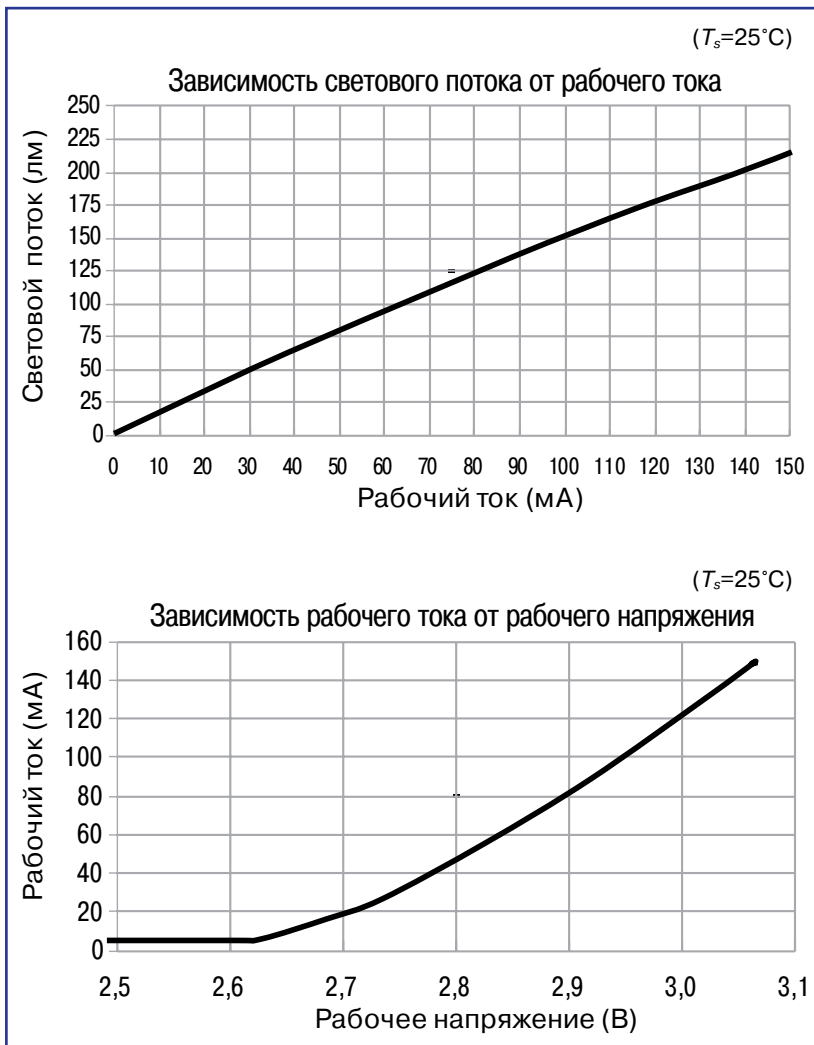


Рис. 1. Характеристики светодиодов Samsung

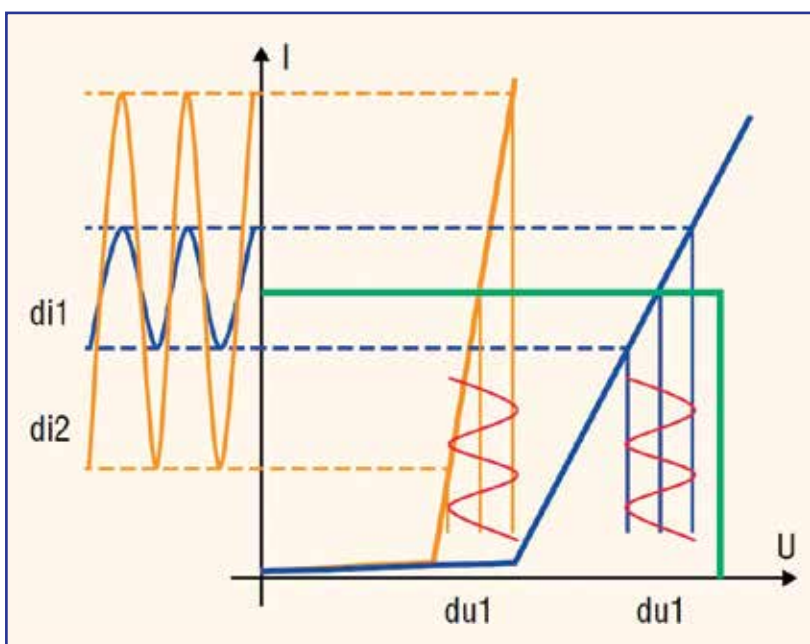


Рис. 2. Реакция тока в светодиодах на одинаковое возмущение при различных нагрузках (du_1 — изменение напряжения воздействия на входе светодиодов, di_1 и di_2 — ответное изменение электрического тока в светодиодах) [8]

значение) это приведет к различным изменениям амплитуды электрического тока di_1 и di_2 (бежевая и синяя синусоиды), а значит, и светового потока (рис. 1). Такие изменения амплитуды рабочего тока в светодиодах приведут к нарушению равномерности освещения в птичнике, а при определенных значениях — к выходу их из строя [8].

Для эффективного управления световым потоком большого количества светильников посредством изменения напряжения источника питания необходимо в каждом из них организовать обратную связь по току и напряжению, что обеспечит стабильную работу светодиодов и одинаковое изменение их параметров под воздействием управляющего сигнала [9].

Необходимость наличия обратной связи существенно усложняет электрическую схему светодиодных светильников и значительно увеличивает стоимость системы освещения. По этим причинам такие технические решения практически не используются.

В настоящее время основным способом управления освещенностью в птичниках является широтно-импульсная модуляция питающего напряжения светодиодных светильников, использование которой позволяет существенно повысить эффективность и надежность процесса управления светодиодным освещением, снизить его себестоимость, а также повысить электробезопасность эксплуатации и обслуживания осветительного оборудования за счет применения низкого (до 50 В) напряжения питания светильников. В настоящее время ШИМ используется в светодиодных системах освещения на более чем 90% птицеводческих предприятий России и ближнего зарубежья.

Широтно-импульсная модуляция (англ. *pulse-width modulation*) — процесс управления мощностью методом периодического включения и выключения нагрузки с неизменной частотой и изменяемой скважностью (заполнением) импульсов. В электрических схемах светодиодных светильников ШИМ используется для управления световым потоком источников света.

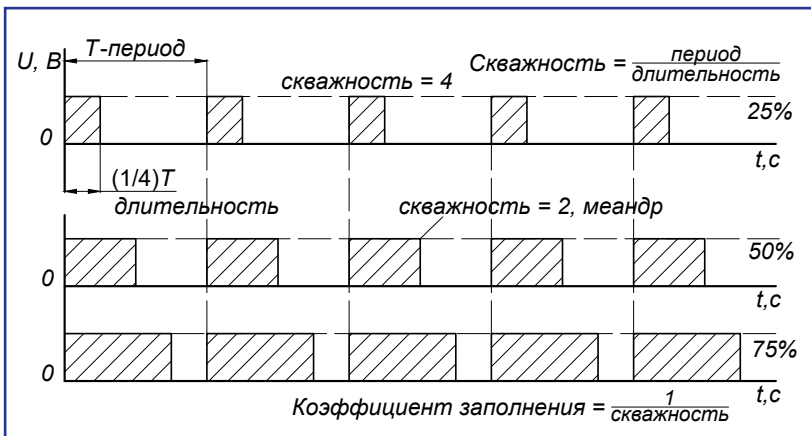


Рис. 3. Параметры ШИМ напряжения источника питания

превышении определенной частоты будут восприниматься органами зрения человека как некий одинаковый усредненный уровень освещенности. Подобное восприятие является особенностью зрения, в том числе и у птицы. Благодаря этому возможно использование ШИМ для управления уровнем освещенности в птичниках.

На рисунке 4 изображен экран осциллографа с параметрами напряжения, поступающего на вход светодиодного светильника из состава системы светодиодного освещения компании «Техносвет групп». Максимально

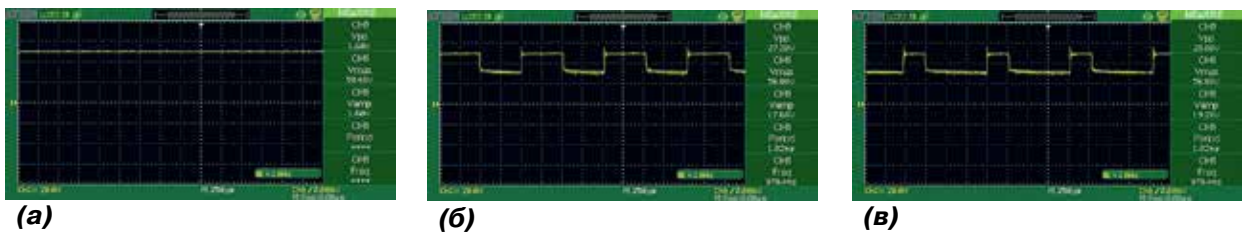


Рис. 4. Напряжение питания номиналом 48 В, поступающее на светодиодный светильник компании «Техносвет групп» при отсутствии ШИМ (а) и при ШИМ с заполнением 50% (б) и 25% (в)

Как видно из рисунка 3, при ШИМ напряжения источника питания период следования импульсов (Т) и амплитуда остаются постоянными, а меняется длительность импульсов. Она выражается в двух взаимно обратных величинах — скважности и коэффициенте заполнения. Например, меандр имеет скважность, равную 2, а коэффициент заполнения — 0,5 или заполнение 50%.

Зрение человека имеет определенную инерцию (персистенцию), которая определяет его способность воспринимать дискретные, последовательные во времени события как непрерывные [10, 11]. Классическим примером является диск Ньютона, описанный еще Птолемеем во II веке и демонстрирующий получение белого цвета из цветных сегментов при их быстром вращении. При определенной скорости движения сегментированный по цветам диск становился белым, а глаз человека переставал воспринимать отдельно каждый из разноцветных секторов. По той же причине быстро следующие друг за другом сменяемые несколько уровней освещения при

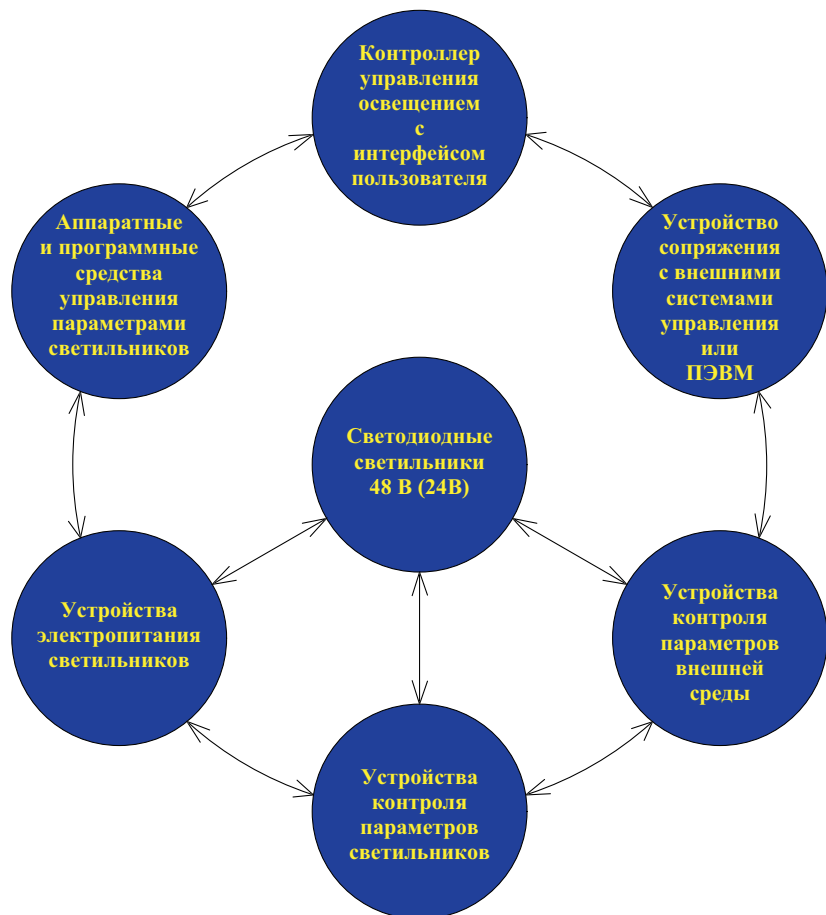


Рис. 5. Структура системы светодиодного освещения «ХАМЕЛЕОН» компании «Техносвет групп»



Рис. 6. Блок управления светодиодным освещением БУ-6АЦМ

возможный световой поток светильника достигается при подаче на него постоянного напряжения при отсутствии ШИМ (рис. 4а). Для снижения уровня освещенности напряжение

подвергается ШИМ с заполнением 50% (рис. 4б) и 25% (рис. 4в). При этом указанное заполнение импульсов отображается на блоке управления, а органы зрения человека и птицы воспримут

снижение освещенности в птичнике на 50 и на 25%. Частота следования импульсов в системах освещения «Техносвет групп» равна 978,4 Гц (рис. 4), что соответствует требованиям ГОСТ 33393-2015 (пульсация освещенности свыше 300 Гц не оказывает влияния на общую и зрительную работоспособность), а также гарантированно обеспечивает ощущение стабильного уровня освещенности.

Этот способ управления освещенностью и использование постоянного напряжения 48 В для питания светильников в птичнике позволяют существенно снизить стоимость системы освещения за счет оптимизации конструкции светильников и схемы управления их световым потоком, обеспечить надежную, стабильную работу оборудования, электробезопасность при его эксплуатации и обслуживании. Для такого варианта управления освещением с использованием ШИМ коэффициент пульсации будет равен 100%, а частота составит 978,4 Гц.

Таблица

Техническая характеристика блока управления БУ-6АЦМ

Параметр	Значение
Мощность, Вт	20
Максимальное количество регулируемых светодиодных светильников, шт.	До 10 000
Электрическое напряжение, В	220
Частота тока, Гц	50
Диапазон рабочих температур, °С	От минус 10 до 40
Срок службы, лет	Не менее 10
Выходной сигнал управления, В	ШИМ, 12 В
Внешний управляющий сигнал или «сухие контакты»	Аналоговый 0–10 В, 4–20 мА
Количество событий (изменений яркости), сут.	До 18
Количество дней/сут. в группе дней с одинаковым уровнем освещенности	От 1 до 99
Количество групп дней/сут. с различными уровнями освещенности	От 1 до 47
Точность (шаг) программирования времени переключения, мин	1
Время изменения яркости при включении/выключении светильников (время «рассвета» или «заката»), с	0, 30, 60, 90, 120, 180, 300, 600, 1200 (с точностью ±10%)
Диапазон установки уровня освещения, % от максимального	От 0 до 99
Точность установки уровня освещения, % от максимального	1
Возможность изменить уровень освещения во время работы программы на время до следующего переключения, % относительно заданной в программе величины	От 1 до ±49
Режим ручной регулировки уровня освещения с выходом из программы по расписанию (регулятором на лицевой панели блока)	Есть
Автоматическое сохранение всех текущих параметров и режима работы блока при аварийном выключении питания и возврат в них при его включении	Возврат происходит в группу дней и день расписания, в котором произошло отключение питания
Защита от несанкционированного доступа	Доступ к изменению настроек блока и программы по паролю (пин-коду)



В общем случае светодиодные системы освещения представляют собой сложный комплекс аппаратных устройств, программного обеспечения, элементов управления, средств контроля и защиты не только самой системы, но и внешней среды. В качестве примера на *рисунке 5* представлена структура системы светодиодного освещения «ХАМЕЛЕОН» компании «Техносвет групп».

Функции управления системой светодиодного освещения реализуются в блоке управления БУ–БАЦМ, представленном на *рисунке 6*, а его основные технические параметры приведены в *таблице*.

Блок БУ–БАЦМ позволяет управлять световым потоком светодиодных светильников по заранее заданной программе, а также работает по внешним сигналам управления с общего компьютера в птичнике и полностью интегрирован в систему микроклимата.

Таким образом, возможность управления светодиодными источниками света на основе ШИМ позволяет создавать надежные, недорогие и эффективные системы светодиодного освещения, а также интегрировать осветительное оборудование в общую систему микроклимата птичника. Превращение освещения из вспомогательного инструмента в один из основных элементов микроклимата в птичнике позволяет

существенно улучшить зоотехнические показатели птицы при сокращении в десятки раз затрат на электроэнергию и обслуживание оборудования.

Технология светодиодного освещения птичников, разработанная учеными ФНЦ «ВНИТИП» РАН совместно со специалистами ООО «Техносвет групп», и выпускаемые на ее основе системы светодиодного освещения позволяют предприятиям не только поднять на качественно новый уровень эффективность промышленного птицеводства, но и обеспечить безопасность эксплуатации и обслуживания осветительного оборудования.

Литература

1. Промышленное птицеводство: монография / Под общ. ред. В.И. Фисинина. — Сергиев Посад, 2016. — 531 с.
2. Адаптивная ресурсосберегающая технология производства яиц: монография / В.И. Фисинин, А.Ш. Кавтарашвили, И.А. Егоров, В.С. Лукашенко [и др.]; под общ. ред. В.И. Фисинина и А.Ш. Кавтарашвили. — Сергиев Посад, 2016. — 351 с.
3. Гладин Д.В. Светодиодное локальное освещение при производстве яиц кур: дис. ... канд. с.-х. наук: 06.02.10 / Гладин Дмитрий Викторович. — Сергиев Посад, 2017. — 178 с.
4. Parvin R. Light emitting diode (LED) as a source of monochromatic light: a novel lighting approach for behavior, physiology and welfare of poultry / R. Parvin, M.M.H. Mushtaq,

M.J. Kim, H.C. Choi // World's Poultry Sci. J. — 2014. — Vol. 70 (3). — P. 557–562.

5. Найденский М.С. Методические рекомендации по оптимизации энергосберегающих световых режимов в птичниках / М.С. Найденский, А.К. Данилова, Н.В. Бирюков [и др.]. — М.: МВА, 1989. — 16 с.

6. Кавтарашвили А.Ш. Эффективность оптико-волоконных световодов при клеточном содержании кур / А.Ш. Кавтарашвили, Е.Н. Новоторов, В.А. Гусев, Д.В. Гладин // Новое в технике и технологии переработки птицы и яиц: сб. науч. трудов. — 2017. — Вып. 46. — С. 127–131.

7. Бугров В.Е. Оптоэлектроника светодиодов: учеб. пособие / В.Е. Бугров, К.А. Виноградова. — СПб: НИУ ИТМО, 2013. — 174 с.

8. Ошурков И.С. Обоснованный подход к нормативам пульсаций светодиодного освещения / И.С. Ошурков // Современная электроника. — 2013. — № 4. — С. 68–71.

9. Шуберт Ф. Светодиоды / Пер. с англ. под ред. А.Э. Юновича. — 2-е изд. — М.: ФИЗМАТЛИТ, 2008. — 496 с.

10. Yarbus A.L. Eye Movements and Vision. — N.Y.: Plenum Press, 1967. — P. 181.

11. Алешкевич В.А. Курс общей физики. Оптика / В.А. Алешкевич. — М.: ФИЗМАТЛИТ, 2010. — 320 с. □

Для контактов с авторами:

Гладин Дмитрий Викторович

e-mail: info@ntp-ts.ru

Кавтарашвили

Алексей Шамилович

e-mail: alexk@ynitip.ru

НАГГЕТСЫ НА БИОПРИНТЕРЕ



Осенью KFC и 3D Bioprinting Solutions напечатают наггетсы на биопринтере. Это совместный проект сети ресторанов быстрого питания KFC и исследовательской лаборатории *3D Bioprinting Solutions* по разработке технологии производства куриного мяса с помощью 3D-биопринтера.

Партнерство намерено впервые в мире создать в лабораторных условиях традиционный для KFC продукт — наггетсы из курятины. По вкусовым качествам и внешнему виду они не будут отличаться от оригинала, но станут более экологичными.

Хотя наггетсы и уступают по популярности куриным крылышкам, хит продаж невозможно напечатать на биопринтере, потому что внутри крылышка есть кость. В связи с этим было решено сначала остановиться на наггетсах, а потом, возможно, настанет черед стрипсов.

Лаборатория *3D Bioprinting Solutions*, основанная частной медицинской компанией «Инвитро», разрабатывает технологию трехмерной биопечати с использованием клеток курицы и смеси протеинов бобовых культур и сои. Сырье лаборатория будет производить самостоятельно.

Предполагается, что вкус и волокнистую текстуру полуфабриката воспроизведут в процессе его создания практически без участия птицы. Как выразился директор по маркетингу и продажам *3D Bioprinting Solutions* Андрей Рукавишников, ни одна курица при этом не пострадает.

В свою очередь *KFC* обеспечит исследователей необходимыми ингредиентами: фирменными специями и панировкой для получения привычного вкуса. Специалисты сети ресторанов приготовят их так, как это принято в *KFC*.

Получить готовый продукт планируется осенью 2020 г. в Москве, а тестирование блюда в ресторанах проведут позднее, после завершения процедуры сертификации.

Источник: meat-expert.ru