

Контроль параметров и качества светодиодов и изделий с ними при серийном производстве

А.А. БОГДАНОВ¹

ГК «Светлана-Оптоэлектроника», Санкт-Петербург

Аннотация

Контроль параметров и качества продукции является составной частью производственного процесса и направлен на выявление дефектов, брака в готовой продукции и на проверку надёжности в процессе её изготовления. Цель данной статьи – ознакомить широкий круг специалистов с опытом Группы компаний «Светлана-Оптоэлектроника» в этом вопросе применительно к светодиодам и светотехническим изделиям с ними и с её взглядами и предложениями по контролю качества продукции и его подтверждению

Ключевые слова: светодиоды, светодиодная отрасль, контроль параметров, контроль качества, концепция, гониофотометр, локализация производства

ГК «Светлана-Оптоэлектроника» – одно из старейших (основано в 1998 г.) и крупнейших объединений предприятий отечественной светодиодной отрасли, один из очень немногих отечественных промышленных комплексов, реализующих полный технологический цикл производства светодиодной техники, включающий в себя производство светоизлучающих кристаллов, самих СД, а также сборку на их основе широкого спектра осветительных приборов (ОП) разного назначения.

Концептуальным моментом деятельности ГК является крупносерийный выпуск достаточно широкой номенклатуры светодиодов (СД) – от так называемых полуваттных СД до многокристальных СД-матриц мощностью до 100 Вт. Параллельно проводимые перспективные разработки позволяют надеяться на освоение уже в 2015 г. 200-ваттных матриц. При этом все типы СД предназначены для

наиболее эффективного исполнения функции освещения в каждом типе ОП. Поэтому многообразие выпускаемых СД позволяет реализовывать достаточно широкую номенклатуру ОП с ними как общего, так и специального назначения.

Данный факт позволяет ГК «Светлана-Оптоэлектроника» удовлетворять широкий круг партнёров – ОАО «РЖД», Госкорпорация «Росатом», ОАО «Интер РАО», Минобрнауки РФ и др., с которыми на комплексной основе реализуется внедрение энергоэффективных систем освещения светодиодами (ОССД)².

² При этом следует особо выделить такие специфические объекты, как атомные станции (АС), неоспоримо требующие самого тщательного внимания, в первую очередь в плане качества поставляемой туда продукции любого назначения. Относясь к предприятиям стратегического значения, АС являются участниками госзакупок, где действуют жёсткие условия соблюдения и подтверждения соответствия требованиям действующих нормативных документов и техни-

На сегодня, по экспертным оценкам, объём российского рынка ОССД – 16 млрд. руб., из которых порядка 60% приходится на долю государственных и муниципальных заказов, то есть сегмента, финансируемого из госбюджета. Объекты этой категории первостепенно значимы как с социальной точки зрения, так и с точки зрения безопасности (в самом широком смысле). Поэтому вопросы надёжности/качества изделий, в том числе и ОП с СД, используемых на данных объектах, крайне актуальны.

Использование некачественной продукции приводит к необходимости её замены даже до истечения срока гарантии, который обычно не превышает 3 лет. Такая ситуация характерна практически для 60% всех ОП с СД, в большинстве своём изготовленных за рубежом, в частности в КНР. Они характеризуются низкой ценой, что является определяющим для существующей системы закупок для государственных и муниципальных нужд. Однако при заявляемом 3-летнем сроке гарантии практически 100% этих изделий не «выдерживают» и года, существенно множа издержки на обслуживание/замену ОП, вредя здоровью/безопасности в масштабах страны. Иллюстрацией этого может служить рис. 1, на котором представлен график модельного расчёта выгоды покупателя СД-продукции, учитывающий три основ-

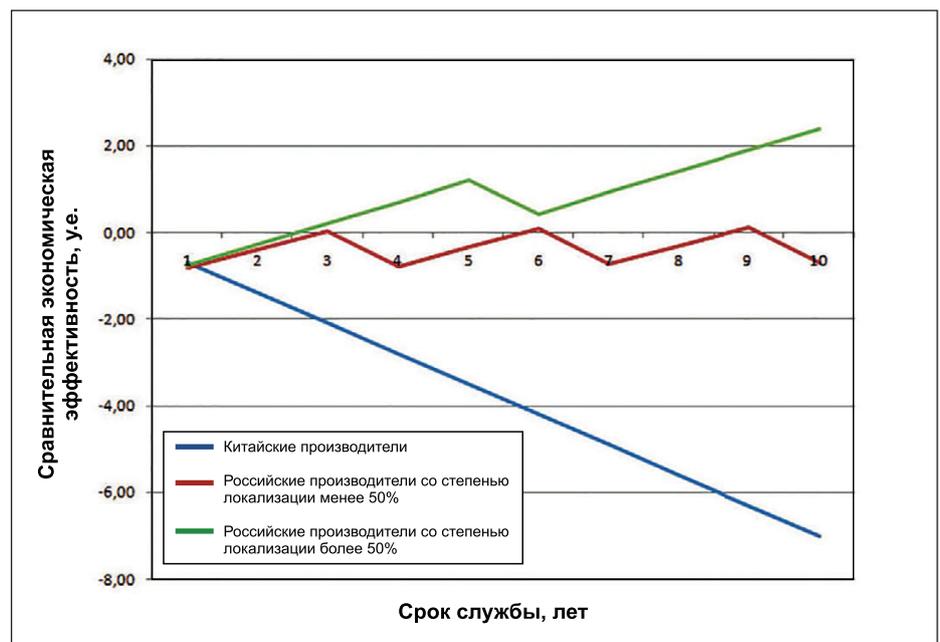


Рис. 1

ческих регламентов.

¹ По материалам доклада на 8-й Московской международной конференции «LED FORUM». 12.11.2014, Москва. E-mail: avramenko@soptel.ru

ЧИСТЫЕ ПОМЕЩЕНИЯ

Чистые помещения и связанные с ними контролируемые среды предназначены для поддержания чистоты воздуха в определенных пределах в зависимости от требований процессов, чувствительных к загрязнениям.

СФЕРЫ ПРИМЕНЕНИЯ ЧИСТЫХ ПОМЕЩЕНИЙ



аэрокосмическая промышленность



микронанотехнологии



фармацевтика



производство жидкостей и медицинских изделий



хирургические операции (операционные, реанимации)

ЧИСТЫЕ ПОМЕЩЕНИЯ – помещения, в которых контролируется концентрация взвешенных в воздухе частиц (твердых или жидких объектов размером 0,1 – 5 мкм), построенное и используемое так, чтобы свести к минимуму поступление, выделение и удержание частиц внутри помещения, и позволяющее при необходимости контролировать другие параметры, например, температуру, влажность и давление.

Цель производства светодиодов группы компаний «Светлана-Оптоэлектроника»: температура воздуха - 22±2°C (помещение 7 класса чистоты), 22,5±2°C (помещение 9 класса чистоты); влажность воздуха в помещении 7 класса чистоты – 50±10%. Эти условия нужны не только для обеспечения необходимого уровня чистоты, но и корректной работы технологического оборудования и эффективного применения материалов.

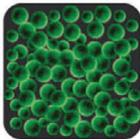
Для обозначения чистоты воздуха в ЧИСТЫХ ПОМЕЩЕНИЯХ и связанных с ними контролируемых средах используются классы чистоты.

Класс N ИСО (N – классификационная метка)	Максимально допустимые концентрации частиц, частиц/м³, с размерами, равными или большими следующих значений, мкм					
	0,1	0,2	0,3	0,5	1,0	5,0
Класс 1 ИСО	10	2	—	—	—	—
Класс 2 ИСО	100	24	10	4	—	—
Класс 3 ИСО	1000	237	102	35	8	—
Класс 4 ИСО	10000	2370	1020	352	83	—
Класс 5 ИСО	100000	23700	10200	3520	832	29
Класс 6 ИСО	1000000	237000	102000	35200	8320	293
Класс 7 ИСО	—	—	—	352000	83200	2930
Класс 8 ИСО	—	—	—	3520000	832000	29300
Класс 9 ИСО	—	—	—	35200000	8320000	293000

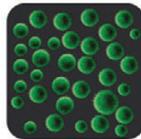
ОЦЕНКА ЧИСТОТЫ ВОЗДУХА:

- в обычных помещениях – по массовой концентрации частиц в воздухе (r/m^3);
- в чистых помещениях – по количеству частиц определенного размера в воздухе ($шт./м^3$).

Количество частиц размером 0,5-0,9 мкм в 1 см³ воздуха



обычное



9 класс



7 класс

ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЧИСТОТЫ:

- создание в чистом помещении избыточного давления по отношению к смежным с ним помещениям;
- устройство воздушных шлюзов на границе помещений разных классов чистоты;
- применение специальных систем вентиляции, при которых поток воздуха движется сверху вниз без турбулентностей и мертвых зон - при этом частицы пыли собираются у пола;
- применение антистатических материалов (полы, одежда и обувь) для защиты от статического электричества.

Схема воздушного шлюза в чистом помещении

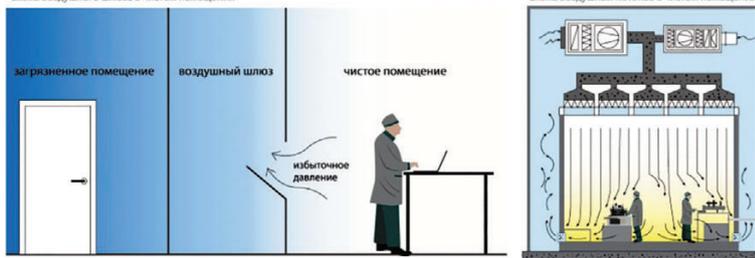


Рис. 2, а

ные группы производителей на российском рынке светотехнических изделий с СД, а именно: китайские производители или отечественные компании, применяющие 100%-ный ребрендинг (доля рынка – 60%); отечественные производители, использующие импортные комплектующие (то есть со степенью локализации производства менее 50%) – доля рынка 30%; отечественные производители со степенью локализации более 50% – доля рынка 10%.

Из рис. 1 видно, что использование качественной продукции, в первую очередь отечественной с существенным минимальным (гарантирован-

ным) сроком службы, а также прослеживаемым механизмом подтверждения качества, экономически выгоднее для эксплуатирующих организаций, чем дешёвой китайской продукции.

По нашему мнению, достичь такой выгоды как потребителю, так и производителю можно лишь при локализации производства в РФ. Причём под локализацией понимается наличие собственной производственной базы, позволяющей изготавливать как минимум СД, что и является основой для возможности гарантирования надлежащего качества изделий с СД в целом и больших сроков их службы в частности.

Следует признать, что можно без конца рассуждать о том, что хорошо бы иметь целиком отечественную СД-отрасль, в которой производители оборудования, материалов, разработчики и производство были бы чётко и логично увязаны между собой. Но пока все российские производители сидят на игле в основном импортного сборочного оборудования, а собственных производителей подобного оборудования – на котором осуществляется сборка СД – не говоря уж о выращивании кристаллов, попросту нет. Поэтому надо принять как данность, что локализация – это в первую очередь наличие на производственном предприятии современного высокопроизводительного автоматизированного оборудования по изготовлению СД белого свечения.

Важно отметить, что наличие производства, локализованного в РФ, позволяет по окончании срока службы изделия с СД проводить его замену на уже более эффективное, из-за естественного роста эффективности самих СД, и выгода потребителя от этого будет только расти.

Бесспорно, качество изделия закладывается на этапах его конструкторской разработки и разработки технологии производства. Один из принципиальных моментов любой разработки – разделение труда. В ситуации, когда производитель пытается сам проникнуть в глубь физических процессов в СД, которые не просты, он занимается нецелевым использованием своих ресурсов. Привлечение соответствующих специализированных научно-исследовательских центров как подрядчиков по проведению тех или иных конкретных НИОКР более продуктивно. Но при этом производитель должен располагать соответствующей научно-исследовательской базой, позволяющей, с одной стороны, говорить с учёными на одном языке, а, с другой, – проверять заявляемые результаты. Также, без соответствующей метрологической базы, на наш взгляд, надлежащее ведение разработок невозможно³.

³ Поскольку измерительное оборудование востребовано на всех основных этапах процесса разработки, его применение может гарантировать, что предназначенное к серийному выпуску решение действительно будет обладать надлежащим качеством и надёжностью.

Однако, простое перенесение общеизвестных базовых принципов технологического процесса на производство невозможно без наличия подготовленной производственной базы, учитывающей специфику предполагаемого к серийному выпуску продукта. Решение этой задачи невозможно без масштабных вложений в соответствующую производственную среду.

Для сборки СД как продукта микроэлектроники требуется серьёзно подготовленная инфраструктура, а именно: системы устойчивого, бесперебойного электро- и водоснабжения; системы вентиляции и кондиционирования; должная «архитектура» производственного здания – с виброустойчивым фундаментом, возможностью организации шлюзования между помещениями и др. Без создания всех этих условий крупносерийное производство СД невозможно. Основные требования к производственной среде, реализованной в ГК «Светлана-Оптоэлектроника», приведены на рис. 2.

Схема технологического процесса производства СД иллюстрируется на рис. 3. Из него видно, что для обеспечения качества продукции весь технологический процесс должен пронизываться системой контрольных операций, осуществляемых непосредственно в процессе производства, чтобы оперативно отслеживать возможные флуктуации на фоне отработанной технологии. Для лучшего восприятия важности и роли контрольных операций остановимся на самых принципиальных из них.

Бесспорно, электроника – наука о контактах, и поэтому контроль качества термовзвучковой сварки, обеспечивающей электрический контакт между контактными площадками светоизлучающего кристалла и корпуса СД, необходим. Учитывая, что на реальном предприятии соответствующее оборудование может быть разнотипным и разнотипным, процесс контроля должен осуществляться постоянно и системно. В основе контроля качества сварных соединений лежат два вида испытаний – на сдвиг и на отрыв. Следует констатировать, что испытания проводятся по иностранным методикам *MIL-STD-883H* и *EIA/JESD22-B116*, у которых отечественных аналогов нет. Визуализация результатов процессов контроля приведена на рис. 4 и 5. Опыт крупно-



ЧИСТЫЕ ПОМЕЩЕНИЯ

Чистые помещения и связанные с ними контролируемые среды предназначены для поддержания чистоты воздуха в определенных пределах в зависимости от требований процессов, чувствительных к загрязнениям.

СФЕРЫ ПРИМЕНЕНИЯ ЧИСТЫХ ПОМЕЩЕНИЙ



аэрокосмическая промышленность



микроэлектроника



фармацевтика



производство лекарств и медицинских изделий



здоровоохранение (операционные, реанимации)

ЧИСТОЕ ПОМЕЩЕНИЕ – помещение, в котором контролируется концентрация взвешенных в воздухе частиц (твердых или жидких объектов размером 0,1 – 5 мкм), постронное и используемое так, чтобы свести к минимуму поступление, выделение и удержание частиц внутри помещения, и позволяющее при необходимости контролировать другие параметры, например, температуру, влажность и давление.

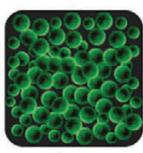
Цель производства светодиодов группы компаний «Светлана-Оптоэлектроника»:
 - температура воздуха - 22±2°C (помещение 7 класса чистоты), 22,5±2°C (помещение 9 класса чистоты);
 - влажность воздуха в помещении 7 класса чистоты – 50±10%.

Эти условия нужны не только для обеспечения необходимого уровня чистоты, но и корректной работы технологического оборудования и эффективного применения материалов.

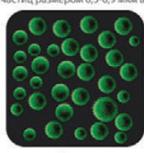
Для обозначения чистоты воздуха в ЧИСТЫХ ПОМЕЩЕНИЯХ и связанных с ними контролируемых средах используются классы чистоты.

Класс N ИСО (N – классификационное число)	Максимально допустимые концентрации частиц, частиц/м ³ , с размерами, равными или большими следующих значений, мкм					
	0,1	0,2	0,3	0,5	1,0	5,0
Класс 1 ИСО	10	2	—	—	—	—
Класс 2 ИСО	100	24	10	4	—	—
Класс 3 ИСО	1000	237	102	35	8	—
Класс 4 ИСО	10000	2370	1020	352	83	—
Класс 5 ИСО	100000	23700	10200	3520	832	29
Класс 6 ИСО	1000000	237000	102000	35200	8320	293
Класс 7 ИСО	—	—	—	352000	83200	2930
Класс 8 ИСО	—	—	—	3520000	832000	29300
Класс 9 ИСО	—	—	—	35200000	8320000	293000

ОЦЕНКА ЧИСТОТЫ ВОЗДУХА:
 - в обычных помещениях – по массовой концентрации частиц в воздухе (г/м³);
 - в чистых помещениях – по количеству частиц определенного размера в воздухе (шт/м³).
 Количество частиц размером 0,5-0,9 мкм в 1 см³ воздуха



обычное



9 класс



7 класс

ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЧИСТОТЫ:
 - создание в чистом помещении избыточного давления по отношению к смежным с ним помещениям;
 - устройство воздушных шлюзов на границе помещений разных классов чистоты;
 - применение специальных систем вентиляции, при которых поток воздуха движется сверху вниз без турбулентностей и мертвых зон – при этом частицы пыли собираются у пола;
 - применение антистатических материалов (пыли, одежда и обувь) для защиты от статического электричества.

Схема воздушных потоков в чистом помещении



загрязненное помещение



воздушный шлюз

чистое помещение

избыточное давление

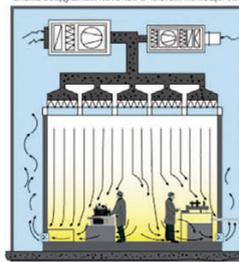


Рис. 2, б

рийного производства свидетельствует, что данные методы испытаний, при проведении выборочного трёхразового контроля за рабочую смену, обеспечивают достаточную гарантию качества технологического процесса термовзвучковой сварки.

Второй по значимости операцией является дозированное нанесение люминофорной смеси на исходный корпусированный светоизлучающий кристалл голубого (синего) свечения. Важность операции контроля на этой технологической стадии, в части получаемых координат цветности, связана как с невозможностью каких-либо корректирующих действий после соз-

дания слоя люминофора, так и с высокой производительностью данного технологического процесса. Поэтому контроль по цветности излучения проходит непосредственно после формирования люминофорного слоя 100% СД. Критерии отбраковки весьма жёстки и регламентируются принятым на предприятии собственным стандартом белого цвета. Результаты данного процесса отражены на цветовом графике МКО 1931 (рис. 6). Видно, что такой подход обеспечивает «кучные», достаточно однородные «распределения», говорящие о высокой цветовой однородности конечных изделий.

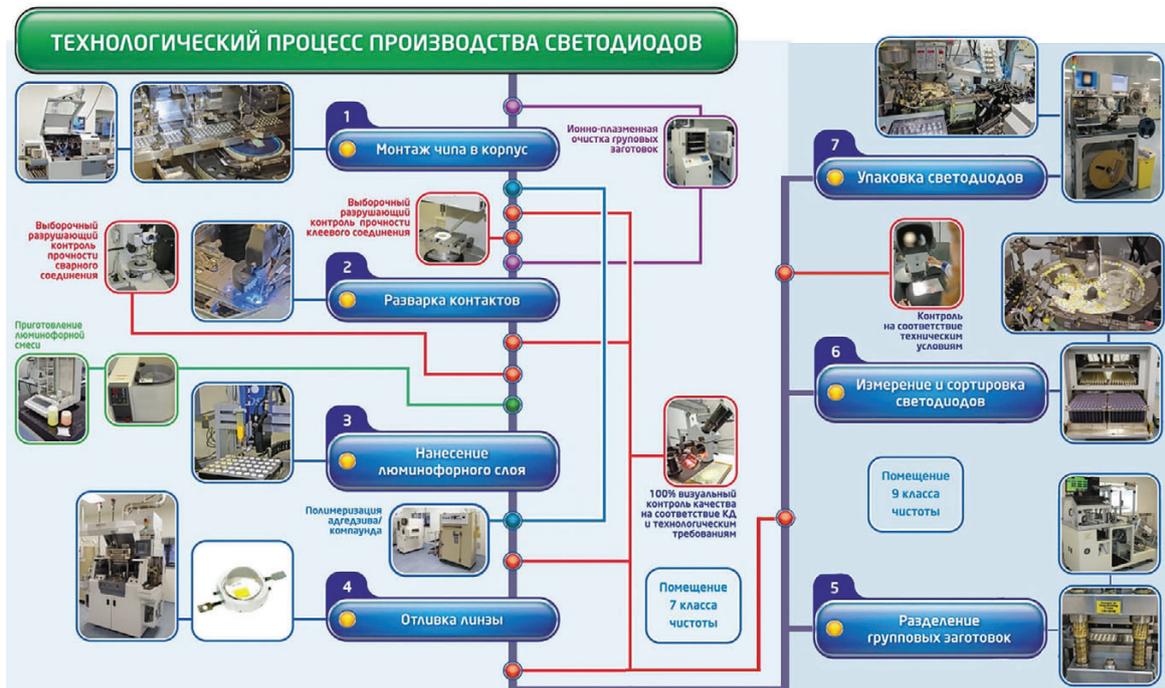


Рис. 3

MIL-STD-883H method 2011.8.		
Диаметр проволоки	25 мкм	32 мкм
Минимальное усилие на отрыв	3,0	4,5
EIA/JESD22-B116 (2,5-4D)		
Минимальное среднее значение усилия	20,6-55	35,6-95,1

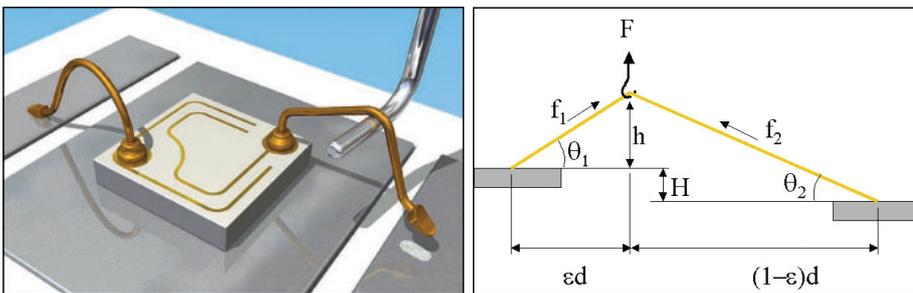


Рис. 4

Заключительная операция любого технологического процесса – выходной контроль параметров изделий. Но в методике оценки результатов выходного контроля и выборе контролируемых параметров зачастую могут присутствовать элементы субъективизма. Так, далеко не все производители на выходном контроле оценивают качество теплопередачи в изготовленном СД – значение его теплового сопротивления. В то же время хорошо известно, что качество отвода

тепла от СД – залог его долговечной и надёжной работы в ОП. В реализуемом нами технологическом процессе контроль тепловых характеристик происходит методом оценки изменения температурного коэффициента напряжения, возникающего при подаче испытательных импульсов напряжения малой длительности. Такое испытание позволяет однозначно определять уровни теплового сопротивления при нормальных климатических условиях и эмпирически устанавли-

вать «коридоры» значений теплового сопротивления для крайних значений температур по диапазонам предполагаемого климатического исполнения. Лишь на основании этих данных возможно построение областей безопасной работы СД, пример которых дан на рис. 7. Наличие такой информации о СД прогнозирует и доказывает возможность его применения в реальном ОП, который далеко не всегда эксплуатируется в нормальных климатических условиях, и обычно у нас реализуется в климатических исполнениях У1 или УХЛ 1, то есть допускает эксплуатацию даже при -60 и $+60$ °С.

Неизменно оцениваемые на выходном контроле параметры – такие как прямое напряжение при заданном рабочем токе, полный световой поток и коррелированная цветовая температура (обычно совмещаемая с определением общего индекса цветопередачи) – тоже требуют объективной интерпретации. Типичные распределения этих параметров при серийном производстве представлены на рис. 8. Принципиальный момент здесь в том, что любая из этих нормируемых величин – номинальная, и на неё всегда должен быть допуск. При крупносерийном производстве первоочередная задача производителя (особенно СД) – минимизация допустимого технологи-



Рис. 5

ческого разброса параметров. В идеале, разброс параметров должен быть таким, чтобы в рамках допуска большая часть распределения оцениваемого параметра СД оказывалась гарантированно равной или немного большей номинальных значений. В противном случае легко, например, получить недобор по световому потоку в конечном ОП, особенно построенном по принципу использования большого количества маломощных СД.

Вся указанная выше совокупность критериев качества технологического процесса производства СД, по нашему мнению, – основа гарантиро-

вания надёжности и конечных изделий – ОП с СД. Но следует учитывать, что сборка ОП – это многостадийный технологический процесс, одна из задач которого – не вредить качеству используемых СД и остальных комплектующих..

Принципиальная блок-схема реализуемого на «Светлане-Оптоэлектроника» процесса сборки и контроля параметров ОП с СД представлена на рис. 9. Принимая во внимание традиционность применяемых в данном процессе технологических подходов, которые, по сути, выражаются в обязательном исполнении процедур

и требований системы качества ИСО, остановимся на решениях, которые, по нашему мнению, являются инновационными для отечественной промышленности. А именно, на опыте внедрения на производственном предприятии принципов «бережливого производства» (*lean production*), главным смыслом которого является снижение производственных затрат. Соответственно, виды потерь, которые такой подход позволяет устранять:

1. *Перепроизводство* – производство изделий, которые никому не нужны; производство продукции в большем объёме раньше или быстрее, чем требуется на следующем этапе процесса.

2. *Избыточные запасы/мощности* – избыточное количество полуфабрикатов, материалов, сырья, т.е. излишние затраты, выручка от которых ещё не получена.

3. *Избыточная обработка* – усилие, не добавляющее с точки зрения потребителя к изделию/услуге ценности.

4. *Ненужные перемещения* – любое перемещение людей, инструмента или оборудования, которое не добавляет ценность конечному продукту или услуге.

5. *Дефекты* – продукция, требующая проверки, сортировки, утилизации, понижения сортности, замены или ремонта.

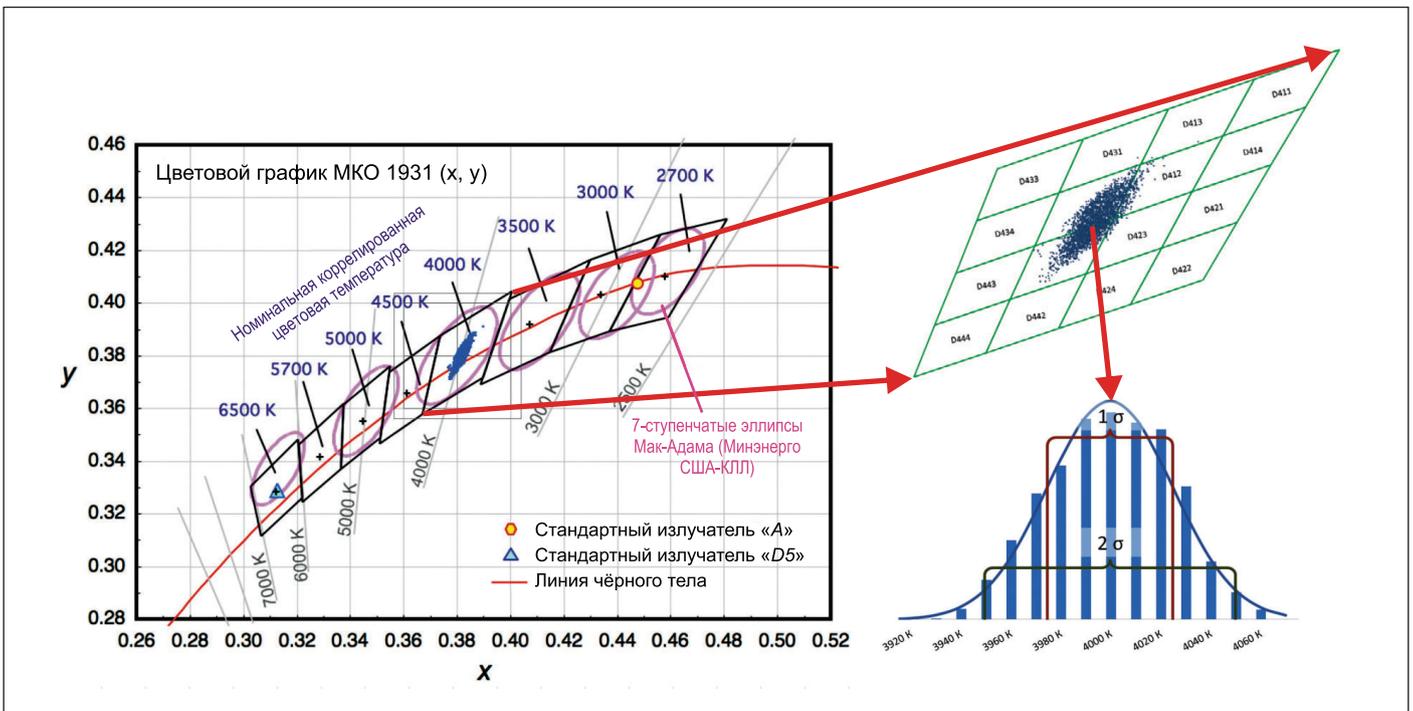


Рис. 6

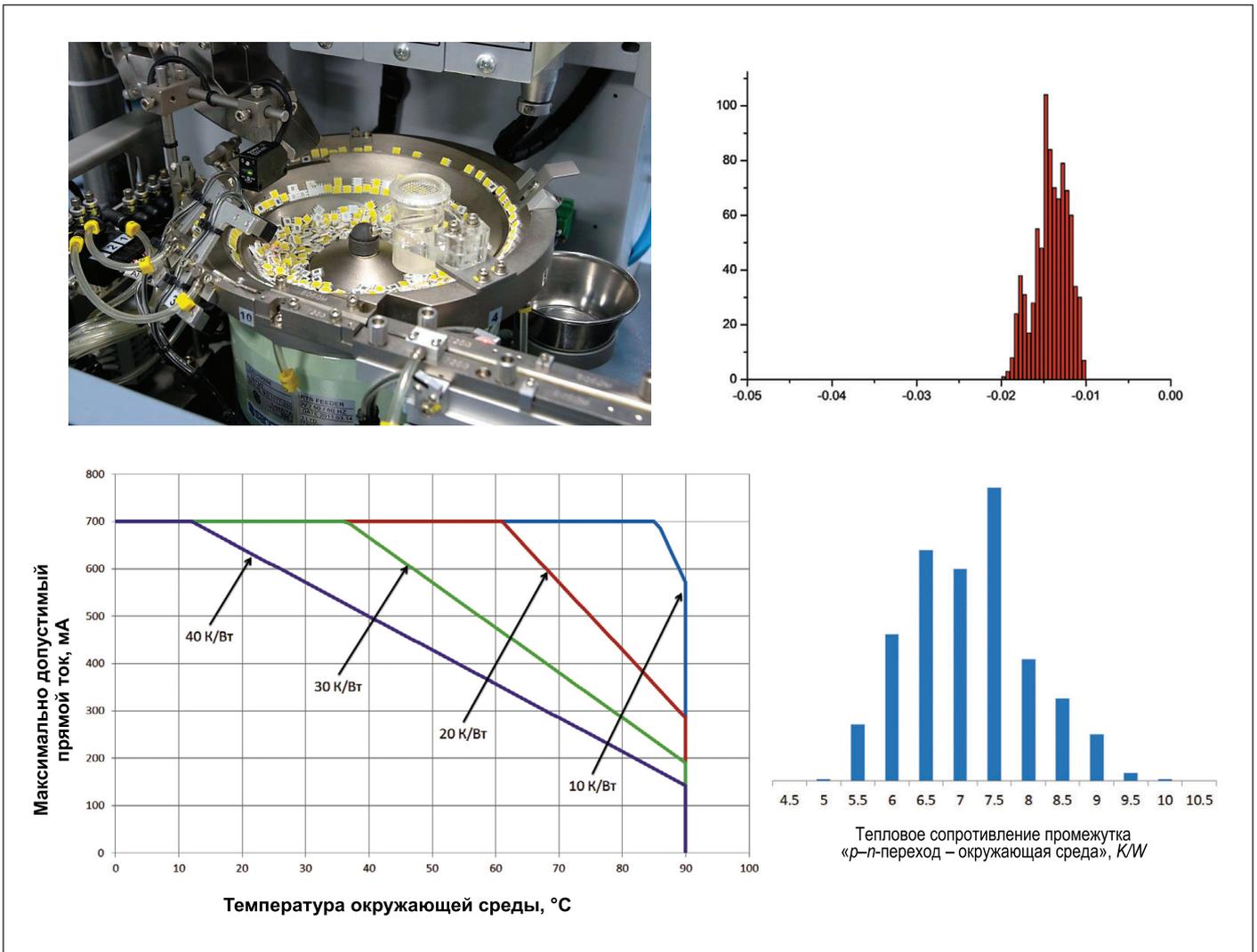


Рис. 7

6. Простои – перерывы в работе, связанные с ожиданием людей, материалов, оборудования или информации.

7. Ненужная транспортировка – перемещение продукции (в т.ч. незавершённой) или материалов внутри предприятия.

Самой наглядной иллюстрацией результата работы, организованной по принципам «бережливого производства», является повышение производительности труда путём снижения нерационального перемещения и создания удобных взаимозаменяемых производственных ячеек, гибко и оперативно реагирующих на текущую производственную ситуацию. На рис. 10 приведены планировка и трассы межоперационных маршрутов одного и того же сборочного цеха до и после реорганизации по принципу «бережливого производства». Сравнение целевых показате-

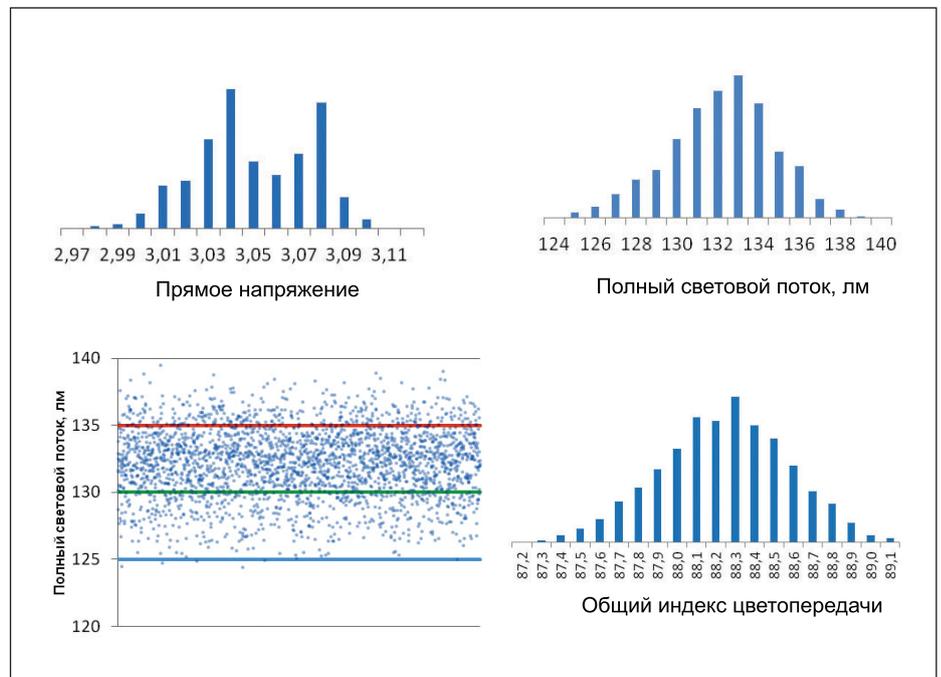


Рис. 8

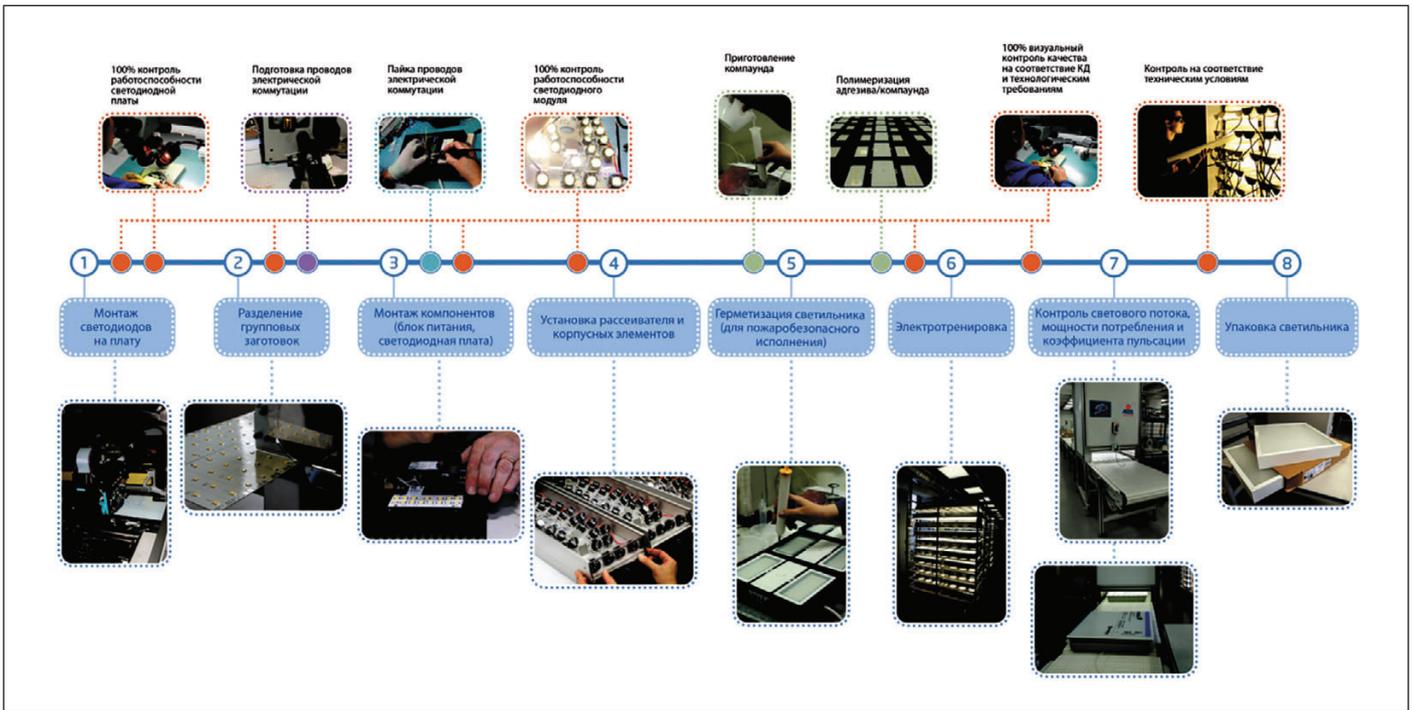


Рис. 9

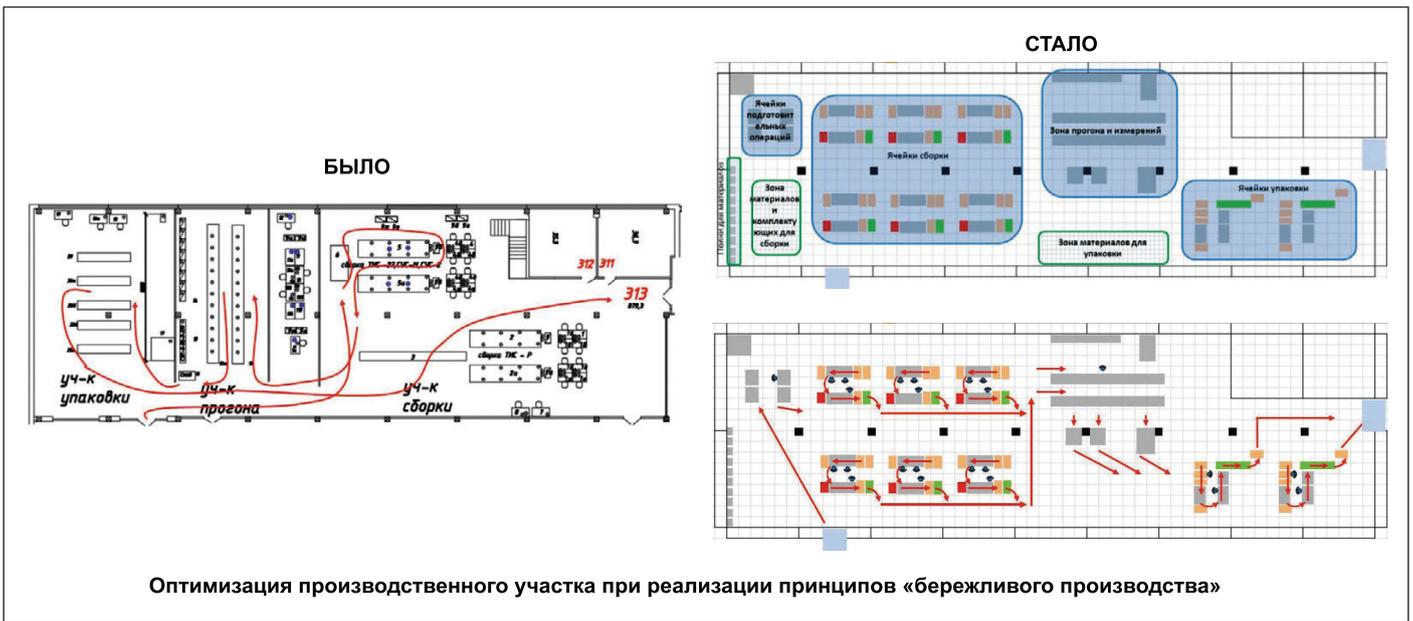
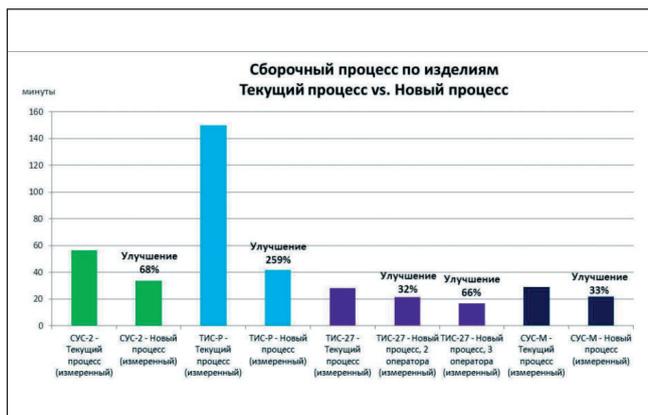


Рис. 10

Рис. 11



лей по снижению времени на исполнение сборочных операций для четырёх типов осветительных приборов до и после реорганизации цеха представлено на рис. 11, из которого видно, что удалось снизить временные затраты на изготовление всех изделий, причём – некоторых (светильник для ригельного освещения) – более чем на 200% (!). И этот результат, косвенно влияющий на качество ОП, достигнут не вмешательством в конструкцию изделия, а оптимизацией производственного процесса.

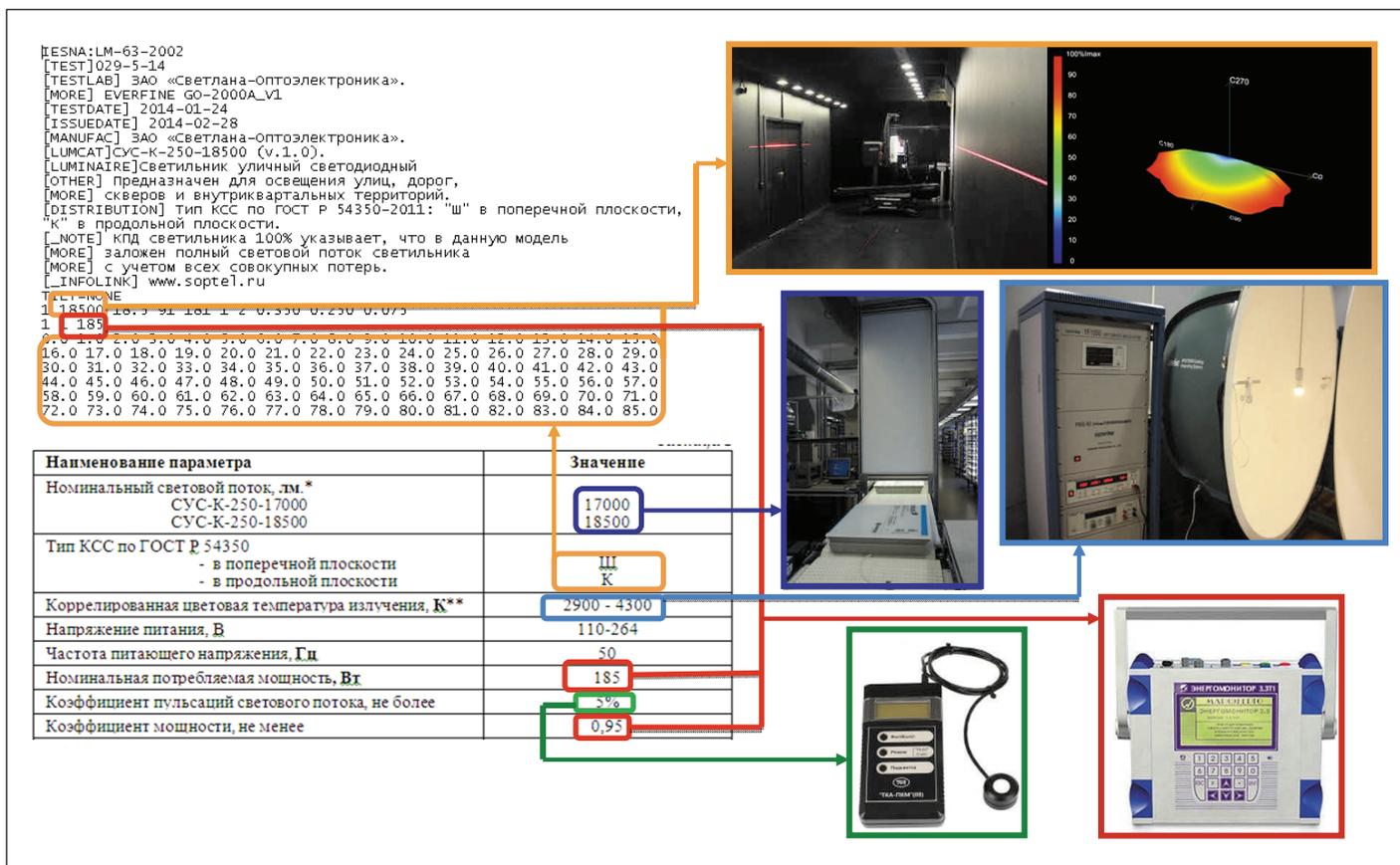


Рис. 12

Вместе с тем было бы несправедливо утверждать, что качество ОП с СД подтверждается только оптимальной логистикой технологического процесса его производства. Как и в производстве СД, конечное мерило качества – операции выходного контроля, подтверждающие исполнение заявляемых потребительских свойств. ОП – законченное, готовое к использованию устройство, обязанное, прежде всего, быть безопасным. Поэтому первой операцией выходного контроля является 100%-ная проверка ОП на соответствие требованиям электробезопасности.

Из всего многообразия нормируемых и проверяемых показателей ОП в случае их крупносерийного производства мы выделяем световой поток и потребляемую мощность, обязательный контроль которых проходят 100% изделий..

И вновь, как и в случае с СД, считаем необходимым заострить внимание на номинальности заявляемых значений и наличии объективного поля допусков на них. По нашему мнению, основанному на многолетнем опыте как разработки и производства ОП с СД, так и практической реализации

проектных решений, допуск на основные номинальные значения более $\pm 10\%$ недопустим.

Возникает правомерный вопрос: как проводить в условиях конвейера измерения, например, светового потока? Каждый раз на гониофотометре? Из-за большой длительности таких измерений это невозможно, поэтому вступают в силу процессы нормирования косвенных измерений относительно показаний гониофотометра при проведении контрольных операций. То есть необходимо создание оптимального числа контрольно-измерительных стендов, фиксирующих данные по уровню освещенности от ОП в нескольких точках (количество их зависит от фотометрического тела ОП, но обычно не менее пяти), с одновременным измерением потребляемой мощности. Другого способа нет, поэтому напрашивается вывод, что отсутствие на предприятии серийного производства светотехнических изделий такого комплекса контрольно-измерительного оборудования, в обязательном порядке включающего в себя гониофотометр, недопустимо и невозможно.

Наличие гониофотометра также – единственный способ, позволяющий получать достоверную информацию о фотометрическом теле ОП для дальнейшего его использования в виде математической модели (*ies*-файла) для проектирования систем освещения. Других способов нет. В то же время, ни для кого не секрет, что сплошь и рядом в *ies*-файлах недобросовестных производителей ОП КПД последних выходит за 100%, а мощность и световой поток, согласно *ies*-файлам, не соответствуют указанным в другой сопроводительной документации на изделие (например, в руководстве по эксплуатации). В качестве примера на рис. 12 наглядно представлена объективная взаимосвязь основных параметров ОП, приводящаяся в сопроводительной документации на них. По нашему мнению, необходимо, чтобы представление информации было единообразным у всех производителей и в обязательном порядке контролировалось соответствующим уполномоченным контролирующим/сертификационным органом. Чётко прослеживаемая документированность – залог выпуска качественной продукции и достоверности по-

лучаемого результата как критерия качества. И любое производственное предприятие, реализовавшее все эти процедуры, без особых проблем может выходить на честную процедуру сертификации, будь то добровольная сертификация, сертификация по техрегламентам Таможенного союза или система сертификации «TÜV International Certification».

На фоне всех вышеописанных и достаточно точно определяемых/проверяемых значений величин виден один очень большой вопрос (вдвойне большой для СД-изделий). Неоднозначность ситуации в том, что одним из основных достоинств устройств с СД является их большой срок службы, но если для СД существует нормативная документация в виде рекомендаций по оценке срока службы экстраполяционными методами, то для ОП ничего подобного нет. К тому же, есть ещё одно обстоятельство: изделия при нормальных (комнатных) климатических условиях практически никогда не эксплуатируются, они работают в реальной окружающей среде. А как это учитывать и проверять? На сегодня соответствующих методик тоже нет.

Подтверждением этого не очень приятного факта может служить дорожная карта по разработке и исследованиям в области полупроводникового освещения Минэнерго США, в п. 4.3.1 которой указано, что на данный момент достоверных методик определения срока службы *даже* по спаду светового потока нет. Причём говорится, что измерение динамики спада светового потока устройства с СД – недостаточное основание для определения срока службы изделия в целом.

Однако, по нашему мнению, из этой, казалось бы, безвыходной ситуации есть только один выход: производитель гарантирует качество изделия и берёт на себя гарантийные обязательства по его обслуживанию, притом даже в пределах его жизненного цикла⁴. Конечно, такое решение возможно лишь, если степень локализации производства на предприятии-изготовителе изделия выше

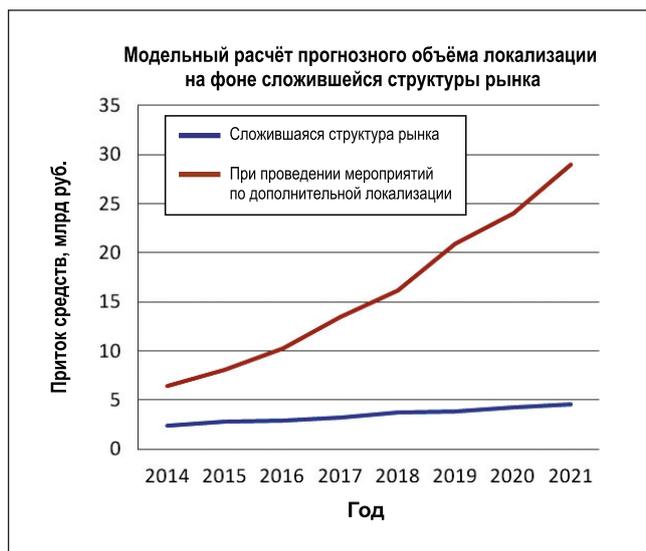


Рис. 13

50% и на нём соблюдаются следующие технологические принципы, обеспечивающие качество выпускаемой продукции:

- Высокая степень автоматизации и механизации технологических процессов с минимизацией влияния человеческого фактора.
- Использование на производстве высокоточного сертифицированного оборудования.
- Высокая квалификация персонала. Системная работа по проведению технологического инструктажа и дополнительному обучению персонала. Аттестация персонала.
- Обеспечение полного комплекса мер защиты от статического разряда.
- Ежедневная верификация технологического оборудования и технологических процессов, корректировка параметров управляющих программ при отклонениях от требований технологической и конструкторской документации, выявленных в процессе верификации.
- Периодическая инспекция технологических процессов в течение дня, контроль качества и соответствия требованиям технологической документации.
- Осуществление контроля технологической дисциплины, электровакуумной гигиены и контроля эксплуатации технологического оборудования на производстве.
- Разработка методик и проведение экспериментальных проверок технологических процессов, исследования характеристик материалов.
- Измерения физических параметров материалов, проверка клеевых и проволочных соединений на испы-

тельном оборудовании на соответствие требованиям национальных и международных стандартов.

- Математическая обработка результатов тестовых измерений, внесение информации в базу данных, анализ.
- Разработка методов технического контроля и испытания продукции.
- Корректировка технологического процесса по результатам тестирования готовой продукции.
- Формирование базы данных о физических свойствах и технологических особенностях материалов для обеспечения возможности выбора последних при оптимизации производства и внедрении новых проектов.

Поэтому ещё раз отметим, что без должных вложений в производственную базу и минимизации зависимости производства от зарубежных, едва контролируемых поставщиков, процесс скатывания СД-отрасли либо только к отвёрточному производству, либо, что более вероятно, к простому ввозу готовой (читай – китайской) продукции с последующим ребрендингом неизбежен.

Поэтому ещё раз отметим, что без должных вложений в производственную базу и минимизации зависимости производства от зарубежных, едва контролируемых поставщиков, процесс скатывания СД-отрасли либо только к отвёрточному производству, либо, что более вероятно, к простому ввозу готовой (читай – китайской) продукции с последующим ребрендингом неизбежен.

Единственный способ исключения такой возможности – укрепление отечественного производства путём создания условий обеспечения качества продукции на этапе производства, что возможно лишь повышением степени локализации производства.

Результат модельного расчёта прогнозного объёма локализации на фоне сложившейся структуры рынка (рис. 13) показывает, что при степени локализации от 50% и выше отечественное производство может составить реальную конкуренцию ино-

⁴ Именно поэтому, к примеру, срок гарантии оборудование для атомных станций установлен на уровне 7 лет, и уже обсуждается возможность его повышения до 15 лет.

странным производителям. С дальнейшим ростом степени локализации произойдёт естественное вытеснение иностранных товаров с внутреннего рынка, сопровождающееся увеличением притока средств в отечественное производство с 5 до 40 млрд. руб. Такая тенденция при наличии соответствующей консолидированной поддержки как со стороны профильных министерств и ведомств, так и профессионального сообщества производителей СД-техники должна обеспечить эффект масштабирования, который однозначно найдёт своё отражение в росте ВВП и энергоэффективности экономики России.

Помимо собственно экономического эффекта, повышение степени локализации производства имеет и другие значимые последствия для страны в целом: 1) обеспечение новых рабочих мест, в т. ч. требующих высокой квалификации; 2) развитие всех отраслей, причастных к основному производству светотехнических изделий с СД; 3) повышение экономической, энергетической и экологической безопасности страны.

Важно отметить, что вышеизложенное не должно рассматриваться как исключительно относящееся к освещению. Учитывая возможность его реализации в других отраслях, в перспективе возможно выстраивание целостной системы, в конечном счёте гарантирующей надлежащее качество практически любых товаров.



Богданов Александр Александрович,
кандидат техн. наук,
доцент. Зам. директора
департамента стратегических
проектов ГК

«Светлана-Оптоэлектроника» (отвечает за экспертную оценку проектов на основе систем освещения светодиодами). Постоянно выступает в роли эксперта на ведущих российских и международных конференциях по светодиодной тематике. Член правления Некоммерческого партнёрства производителей светодиодов и систем на их основе (НП ПСС)



Новый стандарт: ГОСТ Р 56228–2014 «Освещение искусственное. Термины и определения»

С 1 июля 2015 г. вводится в действие новый российский стандарт ГОСТ Р 56228–2014 «Освещение искусственное. Термины и определения», разработанный ООО «ВНИСИ».

Причиной разработки этого документа явилось то, что до настоящего времени в РФ отсутствуют стандарты вида «Термины и определения», устанавливающие термины и определения в области искусственного освещения вообще и установок искусственного освещения в частности. Термины в стандартах и сводах правил по освещению или осветительным установкам охватывают не все аспекты терминов и определений, связанных с освещением и осветительными установками, а приводимые в разных стандартах определения не всегда совпадают друг с другом.

Новый стандарт устанавливает термины и определения, применяемые в области искусственного освещения и осветительных установок общего назначения с любыми электрическими источниками света. Также в стандарте приведены некоторые термины и определения, касающиеся светотехнических характеристик, фотометрических понятий, осветительных приборов, освещаемых объектов и др.

При разработке стандарта были учтены терминологические разделы действующих светотехнических стандартов РФ [1–8], а также термины и определения, содержащиеся в стандарте EN 12665:2011–09 [9] и Международном светотехническом словаре [10].

Установленные новым стандартом термины с соответствующими определениями расположены в систематизированном порядке, отражающем систему светотехнических понятий в области искусственного освещения. Для каждого понятия установлен один стандартизованный термин. Для отдельных стандартизованных терминов в стандарте приведены как справочные краткие формы, которые разрешается применять в случаях, исключающих возможность их различного толкования.

Стандарт состоит из 6-ти разделов: одного вводного («Область применения») и 5-ти терминологических:

- «Общие понятия (61 термин).
- «Внутреннее освещение (8 терминов).

- «Наружное утилитарное освещение» (19 терминов).

- «Освещение автодорожных тоннелей» (12 терминов).

- «Аварийное освещение» (6 терминов).

Стандарт снабжён алфавитным указателем терминов, облегчающим его использование. Общий объём стандарта составляет 20 страниц формата А4.

Стандарт разработан творческим коллективом в следующем составе: А.Ш. Черняк (руководитель), Е.И. Розовский (ответственный исполнитель) и Т.Н. Никифорова (зав. бюро стандартизации). На стадии разработки проект стандарта был подвергнут серьёзной технической экспертизе рядом организаций, включая ЗАО «МОСЗ», ЗАО «Светлана-Оптоэлектроника» и др., представивших свои отзывы и замечания, за что разработчики им весьма признательны.

Подобный стандарт создан впервые, и разработчики сознают, что представленный материал далёк от совершенства и может содержать разного рода ошибки и неточности. Они с большой благодарностью примут любые конструктивные предложения и замечания по исправлению и улучшению стандарта и постараются учесть их при его переиздании.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ГОСТ Р 55704–2013 «Источники света электрические. Термины и определения».
2. ГОСТ Р 55392–2012 «Приборы и комплексы осветительные. Термины и определения».
3. ГОСТ 26148–84 «Фотометрия. Термины и определения».
4. ГОСТ Р 55842–2013 «Освещение аварийное. Классификация и нормы».
5. ГОСТ Р 55709–2013 «Освещение рабочих мест вне зданий. Нормы и методы измерений».
6. ГОСТ Р 55710–2013 «Освещение рабочих мест внутри зданий. Нормы и методы измерений».
7. ГОСТ Р 55706–2013 «Освещение наружное утилитарное. Классификация и нормы».
8. СП 52.13330.2011 «Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23–05–95».
9. EN 12665:2011–09 «Light and lighting – Basic terms and criteria for specifying lighting requirements».
10. CIE S 017/E:2011 ILV: International Lighting Vocabulary.

**Е.И. Розовский, кандидат техн. наук,
ООО «ВНИСИ», Москва**