

# НИИПП: точность и качество в каждом измерении. Как мы этого достигли

**Наталья Амбарникова,**  
инженер-испытатель ИТЦ

*Качественное освещение бытовых и промышленных помещений, улиц, садово-парковых зон и административных зданий обеспечивают светильники с параметрами, соответствующими требованиям нормативной документации. АО «НИИПП» как предприятие с полным циклом производства, от проведения поисковых исследований до изготовления конечного продукта, не только выпускает более 100 наименований световых приборов, но и гарантирует качество производимой продукции, измеряя световые параметры на современном высокотехнологичном оборудовании.*

## КАК ВСЕ НАЧИНАЛОСЬ

Первый участок световых измерений на предприятии организовали еще в 2007 году. Проектировать помещение пришлось практически

с нуля: необходимо было сделать планировку, определить места расположения средств измерений и источников питания, предусмотреть разводку электрической проводки и приточно-вытяжной системы, организовать рабочие места и продумать качественную окраску всех поверхностей в черный цвет. Первой для измерения светотехнических параметров была приобретена гониофотометрическая установка отечественного производства на базе поворотного столика, фотоприемника и обрабатывающего сигнала устройства. При проектировании помещения важно было учесть положение светильника в пространстве: он должен располагаться на поворотном устройстве таким образом, чтоб оптические оси между источником света и фотоприемником совпадали. Дистанция между источником и приемником должна быть достаточной для обеспечения расстояния фотометрирования, причем оптический сигнал не должен быть слабым, а свет от монитора — не попадать

на фотоприемник. Существует ряд других важных условий для проведения «чистых» измерений светотехнических параметров, в том числе климатические, которые также пришлось учесть при проектировании участка. Эта гониофотометрическая установка и по сей день используется при параметрическом контроле небольших источников света, позволяет измерять распределение силы света в пространстве (КСС) и угол излучения; активно эксплуатируется при приемке продукции, регулярно успешно проходит процедуру калибровки, подтверждая заявленные метрологические характеристики.

## ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ ЛАБОРАТОРИИ: ОБОРУДОВАНИЕ, МЕТОДИКИ, ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ

Всего в период с 2007 по 2024 год было организовано четыре измерительных участка с высокотехнологичным оборудованием, в планах создать пятый участок. При организации участков подбиралось и вводилось в эксплуатацию измерительное светотехническое оборудование от отечественных и зарубежных производителей. В данное время на участках имеется две гониофотометрические установки для измерения пространственного распределения силы света от миниатюрных источников света до крупных светильников, фотометрическая скамья для измерения мощных источников света при использовании круглого стола и люксметра, высокотехнологичное оборудование фирмы Instrument Systems: измерительные комплексы IS-1, IS-2 для определения радиометрических, фотометрических, спектральных и колориметрических характеристик источников света, таких как, светодиоды, лампы, световые модули и светильники.



Рис. 1. Первая гониофотометрическая установка

Измерительный комплекс IS-1 состоит из компактного гониометра, спектрометра и измерительного зонда. Любой миниатюрный источник света исследуется во всех направлениях, автоматически вращаясь в заданных углах поворота, происходит измерение всех доступных параметров в каждой точке пространства, что позволяет получать пространственное распределение не только силы света, но и, например, коррелированной цветовой температуры, что важно при анализе неравномерности цветности белого светодиода в купе с линзовой оптикой. Зонд измеряет светотехнические параметры излучателей по оси на расстоянии 100 мм, удобное исполнение позволяет быстро и каче-

ственно проводить параметрический контроль выпускаемой продукции.

Комплекс IS-2, выполненный на базе фотометрического шара и спектрометра, позволяет измерять параметры источников света в разном временном и температурном диапазоне, для этого есть специальный температурный контроллер, который нагревает исследуемый образец до  $+85^{\circ}\text{C}$  либо охлаждает до  $-10^{\circ}\text{C}$ . Важно проверить, как будет себя вести светодиод при разных режимах на этапе разработки прибора, для достоверного прогноза эксплуатационных характеристик.

Работоспособность и точность обоих комплексов контролируются специальными источниками света —

термостабилизированным белым светодиодом и набором галогеновых ламп. При необходимости проводятся все градуировочные мероприятия для обеспечения достоверности измерений.

Помимо крупных установок на предприятии есть отдельные приборы, например, люксметры, спектроколориметры, комбинированные приборы производства ООО «НТП ТКА» для измерения освещенности в видимом диапазоне, энергетической освещенности под УФ-излучением, светового потока миниатюрных ламп и коэффициента пульсаций источников излучения.

Спектрорадиометр CS-2000A позволяет проводить точечные измерения яркости на малой площади, проанализировать спектральные и колориметрические характеристики любой излучающей или отражающей поверхности. Оптическое разрешение прибора в купе с дополнительной линзой-насадкой позволяет исследовать объекты размером менее  $1\text{ мм}^2$ .

После закупки оборудования силами АО «НИИПП» проводились работы с целью утверждения типа измерительных комплексов IS-1, IS-2 (ФИФ ОЕИ № 73267-18, № 73266-18), гониометра LEDGON-100 (ФИФ ОЕИ № 70503-18) и гониометров IS-LGS350-100

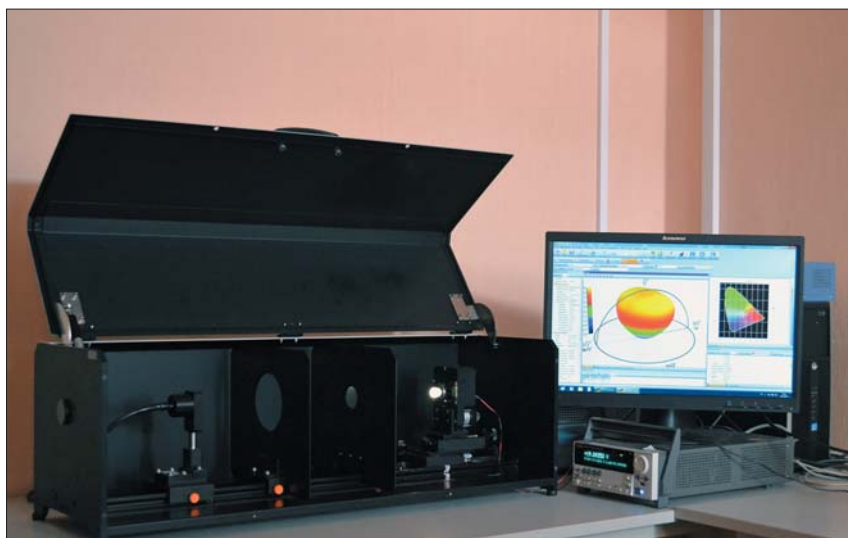


Рис. 2. Измерительный комплекс IS-1

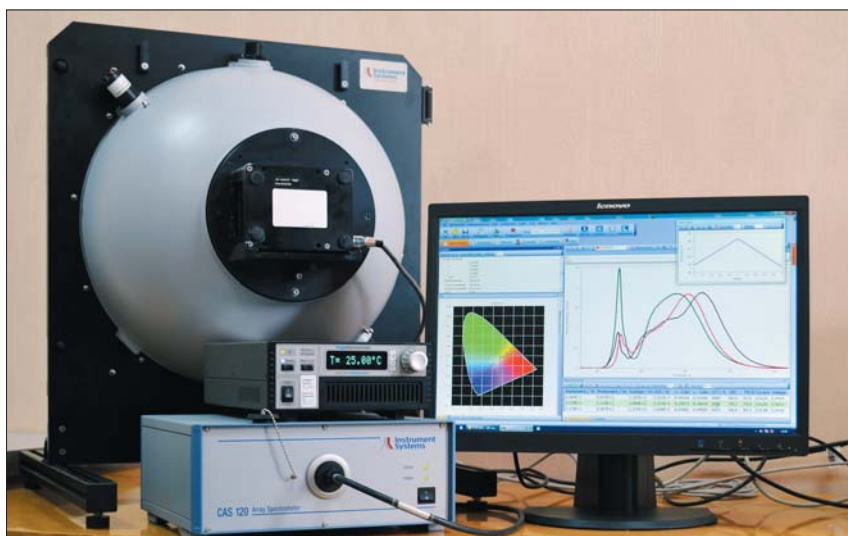


Рис. 3. Измерительный комплекс IS-2

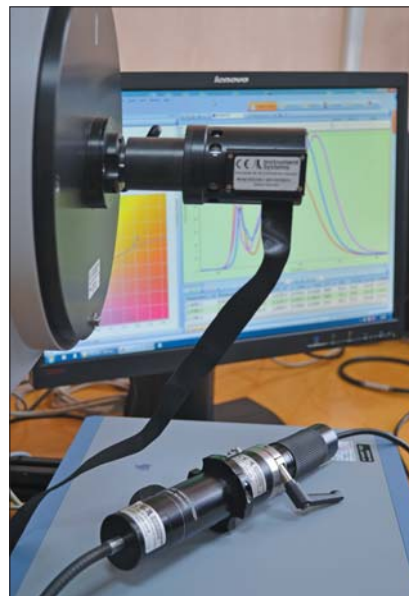


Рис. 4. Термостабилизированный светодиод ACS-530-1; измерительный зонд LED-434-B, входящий в состав комплексов IS-1, IS-4



Рис. 5. Оборудование производства ООО НТП ТКА

Таблица 1. Основные параметры светоизмерительного оборудования АО «НИИПП»

Наименование измеряемого параметра	Значение
Сила света, КСС, кд	0,5–200 000
Световой поток, лм	0,03–100 000
Координаты цветности	x: 0,0039–0,7347 y: 0,0048–0,8338
Коррелированная цветовая температура, К	2000–10 000
Яркость, неравномерность яркости, кд/м <sup>2</sup>	1–20 000
Габаритная яркость, кд/м <sup>2</sup>	1–50 000
Спектральная плотность энергетической величины, %	0–100
Класс светораспределения	П, Н, В, Р, О
Тип кривой силы света	К, Г, Д, Л, Ш, М, С
Защитный угол светильников, °	0–90
Освещенность, распределение освещенности, лк	0,051–200 000
Коэффициент полезного действия, %	1–99
Световая отдача, лм/Вт	1–300
Коэффициент световойдачи, %	1–99
Коэффициент снижения светового потока, %	1–99
Время стабилизации, мин	1–300
Коэффициент пульсации освещенности, %	1–100
Угол излучения, °	2–300

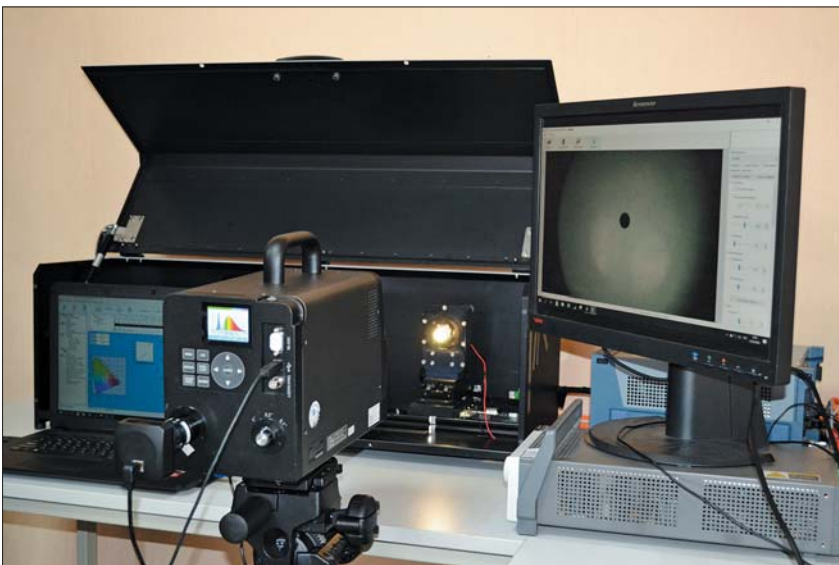


Рис. 6. Процесс измерения яркости при использовании спектро радиометра CS-2000A

(ФИФ ОЕИ № 90644–23), оформлялась необходимая эксплуатационная и метрологическая документация, предварительно организовывались сличительные измерения световых параметров комплексов.

Основные параметры, доступные к измерениям на оборудовании материально-технической базы НИИПП, представлены в таблице 1.

Часть фотометрического оборудования и помещений входит в состав Испытательного технического центра (ИТЦ) АО «НИИПП», в котором проводят сертификационные испытания светильников. ИТЦ, основанный в 2017 году, ежегодно подтверждает свои компетенции в Системе добровольной сертификации ИНТЕРГАЗСЕРТ.

В рамках работ по выполнению ОКР и государственных субсидий в НИИПП для обеспечения качества продукции разрабатывались программы и методики проведения светотехнических измерений, часть из них аттестованы по «Методике измерений силы света, угла излучения, светового потока, габаритной яркости и коррелированной цветовой температуры источников света полупроводниковых» (ФИФ ОЕИ № ФР.1.37.2018.31657), «Методике измерений мощности, силы и угла излучения полупроводниковых излучателей инфракрасного излучения» (ФИФ ОЕИ № ФР.1.37.2020.38493).

Предприятие не стоит на месте и в данное время участвует в проведении работ по утверждению типа измерительных комплексов IS-3 и IS-4, которые состоят из больших гониометров IS-LGS350–100, фотометрического шара, измерительного зонда, фотометров и спектрометра. Данное оборудование вводится в рамках расширения функциональной деятельности и будет применяться в производственном процессе после прохождения процедуры. Важная задача данной работы — измерение параметров излучателей в расширенном спектральном диапазоне 220–1020 нм.

В дополнение к сказанному выше следует отметить, что на предприятии вводится в эксплуатацию оборудование фирмы EVERFINE: большой гониофотометр и двухметровый фотометрический шар со спектрометром для измерения характеристик светильни-

ков, а также комплекс меньших размеров для контроля параметров светодиодов, состоящий из аналогичных частей, но более подходящих по габариту для миниатюрных источников света. Для вновь прибывшего оборудования прорабатывается новый измерительный участок: подбирается соизмеримая площадка для размещения крупных установок, прорабатываются возможные направления развития как производственной, так и научно-исследовательской деятельности.

### КАДРЫ РЕШАЮТ ВСЕ. ОСТОРОЖНО: РАБОТАЮТ ПРОФЕССИОНАЛЫ

В рамках своей трудовой деятельности инженеры АО «НИИПП» выполняют различные светотехнические расчеты, используя при проведении данных работ фотометрическое оборудование.

При проектировании городской инфраструктуры необходимо просчитать расположение световых приборов на объекте, для этого имеются файлы фотометрических данных, которые формируются после измерения световых параметров светильника. Другое важное направление светотехнического проектирования — разработка вторичной оптики: линзовой, отражательной и комбинированной. Высокая сходимость результатов расчетов с практическими данными обеспечиваются непосредственным контролем характеристик макетов ламп и промежуточных моделей линз/отражателей на современном измерительном оборудовании. Таким образом, специалисты не только разрабатывают вторичную оптику, но и проверяют



Рис. 7. Гониометр IS-LGS350-100.

результаты на оборудовании, которое расположено на измерительных участках АО «НИИПП».

Обширный парк светотехнического оборудования — эффективный помощник в осуществлении эффективной научно-исследовательской деятельности. На предприятии трудятся доктор и кандидаты наук. Молодые специалисты НИИПП, перенимая опыт своих коллег, продолжают развитие в научной сфере, поступая в аспирантуру, работая над диссертациями. В сотрудничестве с передовыми томскими вузами на предприятии идет работа по изобретению инновационных технологий, изучению новых материалов и компонентов, создаются новые методики исследований с применением светотехнического оборудования АО «НИИПП». Ряд работ поддержан грантами Российского научного фонда. В качестве примера научного проекта можно привести исследова-

ние на светотехническом оборудовании НИИПП оптических свойств ИАГ-керамики, активированной оксидом церия, изготовленной по новаторской технологии, разработанной учёными Томского Политехнического Университета (грант РФ № 23-73-00108).

При облучении пучком высокоэнергетических электронов происходит спекание компонентов керамики, за секунды формируется новый материал в виде монолита. Готовый образец при возбуждении синим светом начинает преобразовывать излучение, люминесцируя в желтой области спектра, таким образом получается белый свет. На фото 8 представлен процесс измерения распределения энергетической яркости и спектра излучения образца люминесцентной ИАГ-керамики. Результаты распределения яркости позволяют оценить равномерность внедрения активатора, по спектральным характеристикам

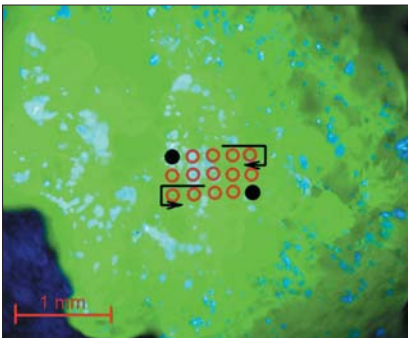


Рис. 8. Визуальный пример измерения неравномерности яркости и спектра люминесценции ИАГ-керамики

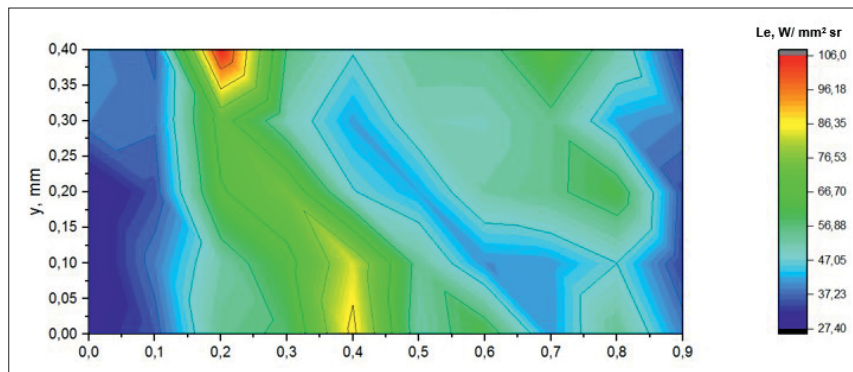


Рис. 9. Распределение яркости по поверхности.

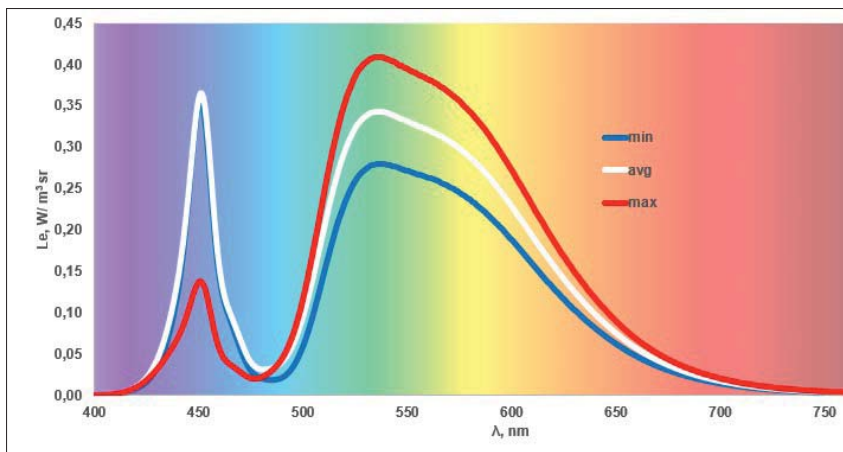


Рис. 10. Спектр люминесценции образца ИАГ-керамики

наблюдается преобразование синего света в желтый. По спектру люминесценции можно судить о качестве такого преобразования, определить более эффективные области. При измельчении керамики в порошок свойства незначительно, но меняются, что дополнительно детально изучается при использовании спектрорадиометра. Люминофор в режиме тестирования используется в светодиоде, измерения светотехнических параметров проходит на комплексе измерительном IS-1. Ведется изучение свойств люминесцентной керамики и при облучении синим светом, и при прохождении света через нее.

### ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЙ ЦЕНТР, ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ

На базе измерительных лабораторий планируется создать образовательный центр для студентов томских вузов, таких как Томский Политехнический Университет (ФГАОУ ВО НИ ТПУ) и Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники (ТУСУР). Базовые кафедры данных вузов, связанные с оптотехни-

кой, фотоникой и оптоэлектроникой, давно сотрудничают с АО «НИИПП», студенты выполняют научные работы в рамках образовательной деятельности и на перспективу развития светотехнической промышленности в целом.

Направленность проектов студентов связана с разработкой новых светотехнических устройств — например, фонарь (а правильнее говорить «огонь») для речной/морской навигации с дистанционным управлением и контролем параметров, или адап-



Ссылка на рутуб канал НИИПП

тивное освещение для комфортного пребывания человека в закрытом пространстве, а это и космическое, и подводное направление. Фундаментальные исследования — традиционное научное направление, студенты изучают свойства новых материалов и структур, среди них люминофоры и люминесцентная керамика, синие кристаллы, лазерные и инфракрасные диоды, источники оптической связи.

НИИПП активно работает не только со студентами, но и со школьниками-старшеклассниками, проводя производственное обучение и помогая реализовать креативные идеи и проекты. Проекты, выполненные молодым поколением на базе предприятия, отмечены дипломами и наградами на профильных конференциях и конкурсах. В рамках поддержки начинающих дарований АО «НИИПП» зачастую выступает в качестве спонсора и промышленного партнера на региональных научных мероприятиях.

### СПРАВКА

Акционерное общество «Научно-исследовательский институт полупроводниковых приборов» (АО «НИИПП») — одно из ведущих предприятий госкорпорации «Ростех», обладающее самым современным оборудованием. НИИПП основан в Томске в 1964 году, а в 1967-м на его базе начал действовать завод по серийному выпуску полупроводниковых приборов. В институте налажен полный цикл от разработки до выпуска готовых изделий. Предприятие производит продукцию для ВПК и радиоэлектронную продукцию гражданского назначения: светотехнику (светодиодные светильники, речную светотехнику, светосигнальные приборы), медицинские приборы, устройства для автомобилей.

С полным перечнем продукции и услугами предприятия можно ознакомиться на сайте АО «НИИПП» [www.niipp.ru](http://www.niipp.ru)