

## **Исследование влияния токового воздействия на оптические свойства наногетеструктур на основе твердых растворов AlGaN и GaInN**

*Е. А. Менькович, С. А. Тарасов, А. Н. Пихтин*

Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ»,  
Санкт-Петербург, Россия  
*тел: +7 (812) 234-40-63, эл. почта: fel@eltech.ru*  
*тел: +7-921-657-59-95, эл. почта: ankat.kate@gmail.com*

Развитие технологии выращивания гетроструктур на основе твердых растворов нитридов AlGaN и GaInN позволило в последние годы создавать высокоэффективные полупроводниковые излучатели работающие в синей и ультрафиолетовой области спектра. Эти материалы являются базисом для создания коротковолновых лазеров, применяемых в Blu-Ray приводах, а также синих и зеленых светодиодах. Особенно важно их применение для создания белых СИД и энергосберегающих осветительных светодиодных ламп.

Некоторые физические процессы, протекающие в широкозонных наногетероструктурах во время эксплуатации, являются нежелательными, поскольку ухудшают их рабочие характеристики, а в некоторых случаях приводят к полной поломке прибора на их основе. Такие процессы до конца не исследованы, являются лимитирующими с экономической точки зрения, не позволяя светодиодному освещению полностью вытеснить менее экономичные источники освещения. Особенно ярко подобные явления проявляются при изменении токового воздействия, вызывая изменение рабочей длины волны, перегрев и ускоренную деградацию приборов.

Представленная работа посвящена исследованию оптических свойств светодиодных наногетеструктур на основе твердых растворов AlGaN и GaInN. Эксперименты проводились в широком диапазоне воздействующих токов от 1 мкА до 100 мА. Основное внимание уделяется анализу спектральных характеристик СИД, полученных с использованием установки на основе спектрометра быстрого сканирования USB4000 и эталонной лампы LS 1 фирмы Ocean Optics. Для ускорения процесса исследования на основе среды программирования LabView была разработана и отлажена программа автоматизации исследования оптических характеристик наноструктур, которая позволяет при минимальном участии оператора измерять относительные и абсолютные спектры СИД, а также обрабатывать их для

последующего анализа. Все возможности программы в целом позволяют минимизировать время обработки и снизить влияние человеческого фактора (т.е. субъективную погрешность) в процессе проведения эксперимента. Максимально повысить точность измерений стало возможным благодаря реализации установки измерения абсолютных значений мощности излучения СИД в соответствии с международным стандартом IEC 127:2007 и ГОСТ 17616-82.

Анализ экспериментальных данных показал, что для ряда структур наблюдается необычное смещение характеристик электролюминесценции при изменении токового воздействия. При увеличении тока сдвиг происходит не в длинноволновую сторону, как это обычно происходит вследствие уменьшения ширины запрещенной зоны, а в сторону меньших длин волн. Это можно объяснить большим влиянием при относительно малых токах распределения носителей заряда по уровням размерного квантования, которое следует рассматривать с учетом наличия хвостов плотностей состояния.

Особенно сильный сдвиг доминирующей длины волны в коротковолновую сторону (до 10 нм) наблюдался у некоторых образцов, измеренных при очень малых токах. В этом случае этот эффект может быть объяснен влиянием упругих напряжений и пьезополей, возникающих на гетерограницах в наноструктуре вследствие сильного различия параметров решетки. Их наличие приводит к значительному увеличению эффективной ширины запрещенной зоны. Увеличение приложенного напряжения к наногетероструктуре компенсирует влияние пьезополей, поэтому при повышении токового воздействия сдвиг характеристик уменьшался.

Полученные результаты при их внедрении на предприятиях светодиодной промышленности может позволить значительно улучшить параметры белых светодиодов и разработать экономичные источники освещения нового поколения. Учет рассмотренных эффектов даст возможность снизить явления самонагрева и связанной с ними деградации, увеличить срок службы осветительного прибора и снизить эксплуатационные затраты.