**Фрактальные свойства в наноструктурированных полупроводниках**

**Лекция 6. Отображение фрактальной эволюции меры. Электрофизические свойства полупроводников**

Мы рассмотрим процессы взаимодействия фотонов и фононов, экситонов, образуемых в наноструктурированных полупроводниках. Равновесное распределение фотонов по температуре определяет процесс диссипации энергии. Спектр мощности пространственных корреляций электронов можно сопоставить энергии фононов, т.е. флуктуациям энергии. Пространственные и частотные спектры мощности можно связать через условия образования экситона. Тогда из квантовой формы универсального флуктуационно-диссипационного соотношения для коэффициента поглощения фотона  получим формулу [8]

, (12)

где  – размерная постоянная, заданная для края поглощения,  – энергия оптических фононов,  – спектр мощности колебаний электронов, зависящий от волнового числа,  – энергетическая ширина запрещенной зоны. Предельные значения  описывают известные экситонные механизмы оптического поглощения в прямозонных и непрямозонных полупроводниках.

Неоднородное, перемежаемоепространственное распределение электронов, дырок и примесей (дефектов различного типа) в наноструктурированных полупроводниковых тонких пленках можно описать при помощи системы нелинейных дифференциальных уравнений, имеющей вид [7]

 (13)

где ,  – концентрации квазичастиц – электронов, дырок и кластеров (дефектов различных типов) – в полупроводнике,  – соответствующие волновые функции,  – координата центра кластера,  – равновесные концентрации электронов, дырок и примесей. Параметры  являются фрактальными размерностями случайных множеств значений соответствующих переменных в самоаффинных () и самоподобных () случаях. Числа ,  определяют неподвижные точки плотности вероятности информации и информационной энтропии,  (число Фибоначчи) является минимальным значением, соответствующим приближенному описанию самоподобия (переходу к самоаффинности) [9]. Фрактальные размерности геометрических мер определяются как , где  – топологическая размерность.

В приближении сильной связи между электронами и кластерами можно построить волновые функции (), центрированные на узлах кластеров , то есть записать через функции Ванье:

. (14)

Можно принять аппроксимацию функции Ванье в виде атомных орбиталей.

Для низкоразмерных наноструктур вид  легко находится из уравнения Шредингера. В случае слабой связи электрона с кластером может быть использовано приближение плоских волн:

. (15)

Для описания структурных (фрактальных) свойств явления мы воспользуемся дискретной формой системы (13), принимая показатель Липшица-Гельдера ограничения производной в виде, удовлетворяющем условию обобщенного броуновского движения :

 (16)

Используя выражения для волновой функции, мы можем определить пространственные корреляции плотности электронов и соответствующие спектры мощности :

, . (17)