

Лекция №2. История квантовой электроники.

1. Основные понятия и постулаты.

Основу квантовой электроники составляют 3-и фундаментальные положения:

1) Энергия электромагнитного излучения состоит из дискретных порций энергии называемых световыми квантами или фотонами.

Эта дискретность проявляется, прежде всего, при взаимодействии с веществом, когда фотоны поглощаются или испускаются.

2) Излучение фотонов при высокой интенсивности определяется, как эффектом их индуцированного испускания. При этом кванты индуцирующего и индуцируемого излучений тождественны, а вероятность испускания пропорциональна интенсивности излучения.

3) Кванты электромагнитного излучения подчиняются статистике Бозе – Эйнштейна, поэтому числу квантов, которые могут на 1 осциллятор поля, неограниченны. При заполнении первого осциллятора поля (одной моды), большим числом неразличимых квантов формируется классическая когерентная электромагнитная волна.

Эти положения были сформулированы Эйнштейном заложившим тем самым физическую основу квантовой электроники. В 1905 г. за 50 лет до создания квантовой электроники Эйнштейн исходя из статистического анализа пунктуации энергии равновесного излучения, пришел к гипотезе световых квантов, которая была им тут же применена к рассмотрению фотоэффекта.

Объяснение красной границы фотоэффекта, позволило считать установленную квантовую природу электромагнитного излучения. В 1916 г. Альберт Эйнштейн осуществил вывод формулы Планка в соответствии с хорошо известными постулатами Бора.

Это сыграло важную роль в понимании природы равновесного излучения квантовых, то есть обладающих дискретными уровнями, систем. Для нас, однако, этот вывод важен прежде всего тем, что при этом было введено понятие индуцированного испускания излучения, постулируемого существования и из весьма общих терминологических изображений определены его свойства.

Таким образом, квантовая природа электромагнитного излучения и квантование энергии уровня микрочастиц приводит к существованию процесса принципиально необходимого для генерации тождественных друг другу квантов.

Последовательная квантовая теория излучения и поглощения света была сформулирована Дираком в 1927 г. Он обосновал статистические законы излучения Эйнштейна и вычислил вероятность испускания излучения, нашел связь между феноменологическими коэффициентами Эйнштейна и характеристиками излучающего атома.

Важнейший результат квантовой теории излучения Дирака, состоит в строгом обосновании существования индуцируемого излучения постулируемого Эйнштейном и его когерентности. Итак, в 1927 г. было полностью завершено создание фундаментальных физических предпосылок возникновения квантовой электроники.

2. Формирование физических основ когерентных генераторов излучения.

Однако только в конце 1954 г. начало 1955 г. были даны непосредственные теоретические основы квантовой электроники и создан ее первый прибор – молекулярный генератор или пучковый аммиачный лазер.

Это происходило в конце 1954 г. под руководством Прохорова – в лаборатории колебаний ФИАН СССР и под руководством Чарльза Таунса в лаборатории излучений физического факультета Колумбийского университета в Нью-Йорке. Большой разрыв между моментами создания предпосылок к возникновению квантовой электроники и ее действительным возникновением свидетельствует о том, что физическая идея индуцированного излучения не могла быть сразу непосредственно использована для создания источников излучения нового типа. Неслучайным является так же и то обстоятельство, что квантовая электроника возникла в радиодиапазоне. В молекулярном генераторе на волне 1,25 см впервые в чистом виде наблюдалось, непосредственно, индуцированное излучение, причем в режиме генератора автоколебаний с положительной обратной связью.

Немонохроматичность оптических излучений, подавление индуцированного излучения, спонтанным и, что немаловажно, отсутствие в руках ученых, работавших в оптике целого ряда методов и концепций, хорошо развитых в электронике радиодиапазона послужили причиной того, что лазеры не появились раньше мазеров. Хотя возможность создания лазеров существовала еще лет 50 до того.

Нужно сказать, что к 1940 г. тот факт, что система возбужденных атомов, способна усиливать световое излучение, был понят учеными, работающими в оптике, к числу которых относится физик Фабрикант. Но в то время никто не указал невозможность создания на этой основе оптического генератора.

В оптике такое предположение было невозможно, несмотря на то, что и Эйнштейн и Дирак, формулируя свои положения об индуцированном излучении, имели в виду оптику.