

**Выводы**

Механизм радиационной ускоренной деградации CdZnSe/ZnSe КЯ был объяснён с учётом (i) существенного влияния знакопеременных полей и их релаксации;

(ii) ускоренной деформационными и концентрационными градиентами вблизи ГР диффузии более подвижного элемента катионной подрешётки Cd;

(iii) неоднородной по глубине исходной дефектной структурой образцов-скоплением  $V_{Zn}$  вблизи ГР-КЯ барьер. Предложен радиационно-ускоренный микромеханизм диффузии элемента катионной подрешётки с учётом вакансий этой же подрешётки.

**Литература**

1. Н.Е. Корсунская, Л.В. Борковская, Б.Р. Джумаев, Процессы деградации синезелёных лазерных диодов на основе  $\text{CoA2B6}$ , *Оптоэлектроника и полупроводниковая техника*, Вып. 34, стр.29, 1999
2. A. Toda, K. Nakano, A. Ishibashi, Cathodoluminescence study of degradation in ZnSe-based semiconductor laser diodes, *Appl. Phys.Lett.*, Vol. 73, N11, pp. 1523-1525, 1998.
3. Н.Г. Басов, Е.М. Дианов, В.И. Козловский, А.К. Крыса, А.С. Насибов, Ю.М. Попов, А.М. Прохоров, П.А. Трубенко, Е.А. Щербаков, Лазерная электронно-лучевая трубка на основе сверхрешетки ZnCdSe/ZnSe, работающая при  $T=300$  К, *Квантовая электроника*, Vol. 22, N8, pp.756-758.
4. Шарипбаев М.Б. Оптическое исследование релаксации деформаций и интердиффузии в квантовых ямах ZnSe/ZnCdSe, модифицированных  $\gamma$ -облучением «Илимий хабарнома» Андижан давлат университети, №2, стр. 102-105., 2020 г.
5. Шарипбаев М. Определение методом фотолюминесценции протяженных дефектов в эпитаксиальных пленках ZnTe/GaAs. Журнал. Физика полупроводников и микроэлектроника. №4., стр. 214-216., 2020 г..

**ФИЗИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ФОРМИРОВАНИЯ ИМПУЛЬСОВ САТЕЛЛИТ ПРИ ПАССИВНОЙ СИНХРОНИЗАЦИИ ПРОДОЛЬНЫХ МОД НЕПРЕРЫВНОГО ЛАЗЕРА**

**Гафуров Халимджон**

доцент кафедры общей физики и твердого тела

ГОУ «Худжандский государственный университет имени академика Бободжона Гафурова»

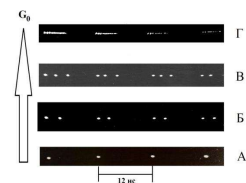
**Аннотация.** В статье произведен спектральный анализ источника света имеющий сложную временную структуру и состоящего из нескольких импульсов на периоде. Результаты численных расчетов показали однозначную зависимость периодичности временных и спектральных характеристик, которую можно использовать для определения структуры обрабатываемых сигналов.

**Ключевые слова:** световой импульс, спектр, периодический сигнал, временная структура, сателлит.

В случае непрерывного  $\text{Ag}^+$  лазера структура в виде эквидистантных импульсов наблюдается сразу от порога генерации (развертка А на Рис. 1) [1]. Дальнейшее увеличение

$G_0$  приводит, к нарушению характеристики излучения ухудшаются, затем появляется неустойчивость в структуре излучения. После этого устанавливается

устойчивый режим генерации в виде двух импульсов-сателлитов с равными амплитудами - развертка Б. В конечном итоге достигается генерация в виде квазипульсов – развертка Г.



**Рисунок 1.** - Временная структура излучения  $\text{Ag}^+$  лазера с пассивной синхронизацией мод, наблюдаемая по мере увеличения  $G_0$  при фиксированных значениях  $K_0$ .

Известно, что имеется однозначная зависимость спектра заданного периодического сигнала от его временной структуры и наоборот структуры сигнала от его спектра, определяемого прямым и обратным преобразованиями Фурье [2]:

$$A(\lambda) = \frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{+\infty} f(u) e^{-i\lambda u} du \quad (1)$$

$$f(x) = \int_{-\infty}^{+\infty} A(\lambda) e^{i\lambda x} d\lambda \quad (2)$$

Взаимная зависимость спектральных и временных характеристик источников информации широко применяются для интерпретации результатов экспериментальных исследований при возможности регистрации лишь одной из этих характеристик. Сегодня, когда легко можно производить расчеты по формулам (1) и (2), применением программных и вычислительных средств, расчеты прямого и обратного преобразования Фурье способствует существенному сокращению затрат времени и аппаратных ресурсов. Важным моментом цифровой технологии обработки данных, является возможность моделирование на основе полученных экспериментальных результатов, обоснование их достоверность и определение критериев получения нужных результатов.

Аналогичная ситуация имело место при исследовании временной структуры  $\text{Ag}^+$  лазера с пассивной синхронизацией мод [3]. Авторами были получены зависимость временной структуры излучения лазера от величины усиления и поглощения. Временная структура менялась при увеличении коэффициента усиления появлением дополнительных световых импульсов, на заданном периоде которые были названы сателлитами. Сначала появлялся один, затем при росте коэффициента усиления наблюдались два сателлита, затем три и так далее. При этом расстояние между импульсами сателлитами сокращалось по мере увеличения их количества. На некотором значении коэффициента усиления наблюдалось пачка близко расположенных сателлитов. Режим генерации световых импульсов контролировалось непосредственным наблюдением и фотографированием с помощью сверхскоростной камеры, а также путем регистрации сигнала межмодовых биений как индикатор спектральной составляющей излучения.

В связи с тем, что сегодня имеется возможность моделирования такого эксперимента численными методами попробуем рассчитать спектр излучения лазера имеющую сложную, но

периодическую структуру используя возможностями преобразований Фурье в среде программы Mathcad.

Временную структуру сигнала можно представить в виде графика и она приведена на

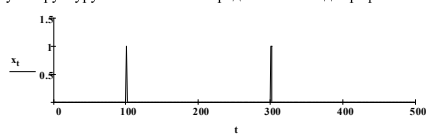


рис. 1

Рисунок 2 Форма исходного сигнала из двух импульсов длительностью 1 сек. и амплитудой равной 1 усл. ед.

Спектр сигнала рассчитывается применением функции дискретного преобразования Фурье.

Форма спектра сигнала рассчитанная по этим формулам приводится на рис.3.

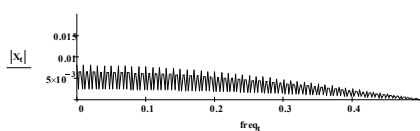


Рисунок 3 Форма спектра заданного сигнала.

Видно, что спектр состоит из набора частот расположенных строго через равные интервалы и их амплитуда плавно уменьшается в области больших частот. При проведении серии расчетов было обнаружено однозначная зависимость интервала частот от выбираемого интервала времени между двумя прямоугольными импульсами  $x_1$  и  $x_2$  поскольку известно, что период между импульсами обратно пропорционально интервалу частот. Следует отметить, что эквидистантность спектра сигнала является надежным свидетельством режима синхронизации продольных мод лазера и аппаратная регистрация данного факта, это резкое возрастание амплитуды и сжатие частоты сигнала межмодовых биений на анализаторе спектра С4-27 [3].

Одним из примечательных событий исследований переходных процессов режима синхронизации мод является изменение временной структуры излучения лазера. В качестве примера можно рассмотреть переход от режима одиночных импульсов на заданном периоде к режиму пары импульсов на периоде. Временная структура такого режима генерации приведена на рис.3

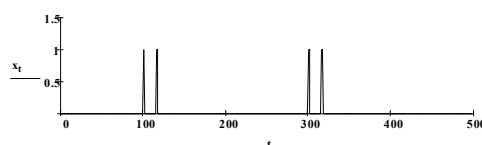


Рис. 4 Временная структура пары импульсов на заданном периоде.

Расчетные данные спектра временной структуры рис.3 приведена на рис.4 в котором рассматривается процесс стабильной генерации двух одинаковых по амплитуде импульсов.

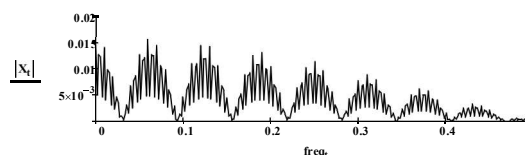


Рис.4 Спектр структуры пары одинаковых по амплитуде импульсов на периоде.

На основе приведенной зависимости можно сделать следующие выводы и заключения. Прежде всего имеет место образование новой периодической структуры связанной непосредственно по одному импульсу спутник рядом с каждым основным импульсом. Периодичность структуры непосредственно определяется равными интервалами между основным и импульсом спутник. Величина периода на спектре изменится пропорционально величине интервала времени между основным импульсом и его спутником.

#### Литература

1. Гафуров Х.Г., Криндач Д.П., Яковлев А.Г. Стационарная пассивная синхронизация мод  $Ag^+$  лазера. Квантовая электроника, т.12, № 7, стр.1503-1510 (1985).
2. Толстов Г.П. Ряды Фурье. – 3-е изд.- М.:Наука. Главная редакция физико-математической литературы, 1980, 384 стр.
3. Виноградова А.А., Криндач Д.П., Назаров Б.И. Временная структура генерации аргонового лазера при пассивной синхронизации мод. Квантовая электроника, т.6, стр.625-632 (1979).

#### ЭЛЕКТРОНЛАР БИЛАН НУРЛАНТИРИЛГАН ЛЕГИРЛАНГАН КРЕМНИЙГА ТАЪСИРИНИ ТАДҚИҚ ҚИЛИШ Ш.А. Махмудов, А.А. Сулаймонов, А.К. Рафиков, С.Р. Эгамов ЎЗР ФА Ядро физика институти

Электрониканинг асосий материали кремнийни легирлашда киритилаётган аралашма турига (донор, акцептор ёки амфотер) караб, легирланган кристаллнинг параметрлари ва хусусиятлари ўзгаради, бу эса унинг фотосезгирлиги, термосезгирлиги, деформацияга сезувчанлиги ва радиацияга бардошлилиги каби мухим хусусиятларнинг ривожланишига олиб келади [1-7]. Яримўтказгичларни электронлар окимида нурлантириш, бошқа юкори