

Университет ИТМО

Мой прекрасный диплом  
«СВЕРХБЫСТРАЯ ДИНАМИКА НОСИТЕЛЕЙ ЗАРЯДА В  
ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ НИТЕВИДНЫХ  
НАНОКРИСТАЛЛАХ.»

Студент: Елисеев А.

Группа: V3400

Научрук: Валерий Николаевич

Санкт-Петербург

2017

## АННОТАЦИЯ

# СОДЕРЖАНИЕ

|   | Стр. |
|---|------|
| АННОТАЦИЯ .....   | 2    |
| ГЛАВА 1 Введение  | 4    |
| 1.1 Использование ННК в качестве эмиттеров в ТГц спектро-<br>скопии .....         | 4    |
| 1.2 Динамика носителей в ННК .....  | 4    |
| ГЛАВА 2 Основная часть  | 5    |
| 2.1 Зависимость ТГц излучения от динамики .....                                   | 5    |
| 2.2 Схема установки, описание метода .....  | 5    |
| 2.3 Упорядоченные образцы ННК GaAs .....  | 5    |
| 2.4 Полученные результаты .....   | 5    |
| 2.5 Упорядоченные образцы с шубой .....   | 6    |
| 2.6 Связь GaAs и AlGaAs .....   | 6    |
| 2.7 Неупорядоченные ННК на основе GaAs .....                                      | 6    |
| 2.8 Динамика в неупорядоченных ННК .....  | 6    |
| 2.9 Анализ и сравнение для разных образцов .....                                  | 6    |
| 2.10 Те самые образцы, для которых эффективность генерации<br>увеличивается ..... | 6    |
| ГЛАВА 3 Заключение  | 7    |
| 3.1 Динамика .....  | 7    |
| 3.2 Где следует применить полученные результаты .....                             | 7    |
| 3.3 Положения дипломной работы .....  | 7    |
| СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ И УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ .....                                    | 8    |
| СПИСОК ТЕРМИНОВ .....   | 9    |
| СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ .....  | 10   |
| ПРИЛОЖЕНИЯ .....  | 11   |

# ГЛАВА 1

## Введение

Полупроводниковые наноструктуры в виде свободно стоящих полупроводниковых нитевидных нанокристаллов (ННК), а так же отдельные ННК, являются одними из наиболее перспективных объектов для применения в наноэлектронике, нанофотонике, а так же во многих других областях науки и техники. Так ННК используются для создания сверхчувствительных фотодиодов [1], транзисторов сверхвысокой плотности [2], эмиттеров излучения видимого диапазона волн [3] и ТГц диапазона [4].

Огромная перспективность обусловлена рядом исключительных свойств таких нанообъектов и структур на их основе. Характерные размеры, порядка 100 нм в диаметре и 1 мкм по высоте приводят к огромным, по сравнению с объемными материалами, отношениям площади поверхности к объему. Такая особенность в первую очередь влияет на рекомбинационные свойства материала, так как существенно увеличивается поверхностная рекомбинация. Кроме того, для некоторых материалов, таких как *GaAs* *n* типа, при концентрации порядка  $10^{-15}$  см<sup>-3</sup> и небольших диаметрах происходит полное обеднение объема ННК. Это в свою очередь приводит к изменению энергетических уровней в полупроводнике.

### 1.1 Использование ННК в качестве эмиттеров в ТГц спектроскопии

Найти первую статью про ТГц спектроскопию.

Рассказать о том, почему лучше использовать ННК в качестве эмиттеров ТГц.

Сослаться на статью, про то, что в полупроводниковых ННК ТГц генерится за счет движения носителей.

### 1.2 Динамика носителей в ННК

Какие есть работы и что в них изучено.

Чего нет и почему это необходимо.

## ГЛАВА 2

### Основная часть

Коротко о том, что я напишу в этой главе.

#### 2.1 Зависимость ТГц излучения от динамики

Коротко, о том, от чего зависит ТГц излучение от ННК. Определяющие процессы.

#### 2.2 Схема установки, описание метода

Ссылочка На статью, где впервые описан этот метод и его описание

Схема, ссылка на приложение, в котором описаны характеристики элементов, используемых в схеме.

#### 2.3 Упорядоченные образцы ННК GaAs

Метод газофазной эпитаксии, ссылка на статью и короткое описание с картиночкой

Ориентация *GaAs*, получившиеся образцы, фото СЭМ

#### 2.4 Полученные результаты

Типичные волновые формы

Динамика, для упорядоченных образцов, при разной мощности накачки

Характерные участки (короткая и длинная динамика)

Зависимость от мощности накачки, для короткой динамики.

Объяснение результатов, гипотезы, предположения.

Возможно, спектральные компоненты, для подтверждения предположений

## 2.5 Упорядоченные образцы с шубой

Узнать у ВН и разобраться самому

## 2.6 Связь GaAs и AlGaAs

Наверняка в динамике должно быть видно проявление изменения концентрации ловушек на поверхности и вообще изменения встроенного поля. Тут же надо привести зонную диаграмму.

## 2.7 Неупорядоченные ННК на основе GaAs

Метод получения, ссылка на статью и короткое описание.

## 2.8 Динамика в неупорядоченных ННК

Динамика, основные параметры

## 2.9 Анализ и сравнение для разных образцов

Объяснение разницы в динамике

## 2.10 Те самые образцы, для которых эффективность генерации увеличивается

Процессы, отвечающие за генерацию ТГц в этих образцах.

Почему так происходит увеличение эффективности.

Сравнить "наилучшую" эффективность для каждого из образцов

## ГЛАВА 3

### Заключение

#### 3.1 Динамика

Все, что удалось узнать.

#### 3.2 Где следует применить полученные результаты

Наверное важно сказать об этом.

#### 3.3 Положения дипломной работы

Все что удалось узнать, но в виде выражений и емких утверждений.

## СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ И УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ



## СПИСОК ТЕРМИНОВ

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Agarwal R., Lieber C. M. Semiconductor nanowires: optics and optoelectronics //Applied Physics A. – 2006. – Т. 85. – №. 3. – С. 209.
2. Tomioka K., Yoshimura M., Fukui T. A III-V nanowire channel on silicon for high-performance vertical transistors //Nature. – 2012. – Т. 488. – №. 7410. – С. 189-192.
3. Duan X. et al. Single-nanowire electrically driven lasers //Nature. – 2003. – Т. 421. – №. 6920. – С. 241-245.
4. Trukhin V. N. et al. Terahertz generation by GaAs nanowires //Applied Physics Letters. – 2013. – Т. 103. – №. 7. – С. 072108.

## ПРИЛОЖЕНИЯ