

МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
имени М. В. ЛОМОНОСОВА  
ФИЗИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ  
Кафедра квантовой электроники

НЕЛИНЕЙНО-ОПТИЧЕСКИЕ ЭФФЕКТЫ В РЕЗОНАНСНЫХ  
ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ НАНОСТРУКТУРАХ

Курсовая работа  
студена 214 группы  
Кудряшова А. Д.

Научный руководитель:  
н.с., к.ф.-м.н.  
Зубюк(Комарова) В. В.

## Оглавление

<b>Введение</b>	<b>2</b>
<b>Глава I</b>	
<b>Обзор литературы</b>	<b>3</b>
1. Общие понятия линейной и нелинейной оптики .....	3
2. Оптический резонанс диэлектрических наноструктур .....	3
3. Основные процессы и эффекты нелинейной оптики .....	3
4. Эффекты, связанные с поляризацией второго порядка .....	3
4.1. Возбуждение второй гармоники с использованием нарушенной симметрии III - V полупроводниковых метаповерхностей Фано .....	3
5. Эффекты, связанные с поляризацией третьего порядка .....	3
5.1. Усиленная генерация третьей гармоники в наночастицах кремния, обусловленная магнитным откликом .....	3
6. Использование диэлектрических метаповерхностей как широкополосный оптический частотный смеситель .....	3
<b>Глава II</b>	
<b>Оригинальная часть</b>	<b>4</b>
1. Возбуждение магнитного и электрического дипольных резонансов кремниевой наночастицы .....	4
2. Возбуждение квазиволновой моды периодической нанотрутуры из германия .....	4
<b>Заключение</b>	<b>5</b>

## Введение

В настоящее время нелинейная оптика является динамично развивающейся областью физики, которая помимо чисто теоретической системы знаний приобрела также существенную практическую составляющую, что позволило решить ряд важных прикладных и инженерных задач. Исследования нелинейных оптических процессов дали много приложений в физике и математике, способствовали развитию лазерной техники, спектроскопии, оптоволоконных линий связи, фотоники и оптоинформатики, а также нашли многочисленные применения в таких отраслях, как экология и медицина.

Методы нелинейной оптики проникают во все традиционные разделы оптики и лежат в основе ряда её новых направлений (нелинейное вращение плоскости поляризации, нелинейная дифракция, нелинейная магнитооптика и т.п.). С ростом интенсивности светового поля обнаруживаются всё новые и новые нелинейные процессы.

Надо отметить, что сам термин «нелинейная оптика» впервые был предложен советским физиком С.И. Вавиловым еще в 20-х гг. XX в. Представления о том, что законы линейной оптики носят приближенный характер и применимы лишь для не слишком сильных световых полей, существовали и до появления лазеров. Однако лишь с развитием квантовой электроники обнаруженные в эксперименте новые закономерности совместно с их теоретической интерпретацией дали ученым инструмент для полноценного исследования нелинейных процессов в оптическом диапазоне частот.

Нелинейная оптика - это раздел физики, который изучает явления взаимодействия света и вещества, которые протекают по-разному в зависимости от интенсивности света. В этом разделе физики рассматриваются вещества, у которых имеется нелинейная зависимость вектора поляризации от вектора напряженности электрического поля световой волны. Для большинства веществ такая нелинейность может наблюдаться лишь при очень высоких интенсивностях света. Такие интенсивности достигаются при помощи лазеров. Взаимодействие или процесс называются линейными, если их вероятность пропорциональна первой степени интенсивности излучения. Если же эта степень больше единицы, они называются нелинейными.

В данной работе будут изложены основные понятия нелинейной оптики, нелинейные эффекты в резонансных полупроводниковых структурах. Будут описаны последние открытия в этой области, такие как: возбуждение различных гармоник с использованием нарушенной симметрии III-V полупроводниковых метаповерхностей Фано, генерация гармоник с использованием кремниевых нанодисков, использование диэлектрических метаповерхностей в качестве широкополосного оптического частотного смесителя и другие явления. Так-же, будут приведены результаты моделирования эксперимента по линейному отклику периодической наноструктуры из Германия.

# Глава I

## Обзор литературы

### 1. Общие понятия линейной и нелинейной оптики

### 2. Оптический резонанс диэлектрических наноструктур

### 3. Основные процессы и эффекты нелинейной оптики

### 4. Эффекты, связанные с поляризацией второго порядка

#### *4.1. Возбуждение второй гармоники с использованием нарушенной симметрии III - V полупроводниковых метаповерхностей Фано*

### 5. Эффекты, связанные с поляризацией третьего порядка

#### *5.1. Усиленная генерация третьей гармоники в наночастицах кремния, обусловленная магнитным откликом*

### 6. Использование диэлектрических метаповерхностей как широкополосный оптический частотный смеситель

## Глава II

### Оригинальная часть

1. Возбуждение магнитного и электрического дипольных резонансов кремниевой наночастицы
2. Возбуждение квазиволновой моды периодической нанотрунтуры из германия

## Заклучение