

## ОСОБЕННОСТИ НЕЛИНЕЙНЫХ ЭФФЕКТОВ В ОПТИКЕ

© 2021 Д. Н. Козлова, А. П. Преображенский, В. В. Шунулина

Воронежский институт высоких технологий (Воронеж, Россия)

*В статье дается анализ некоторых характеристик нелинейных эффектов в оптике. Показаны особенности когерентных и некогерентных явлений.*

*Ключевые слова: нелинейная оптика, световая волна, материальная среда, многофотонные процессы.*

Нелинейную оптику можно рассматривать в виде той области физики, которая в настоящее время активным образом развивается. В ней уже создано множество теоретических разработок. Также можно говорить о ее большой практической значимости с точки зрения решения в инженерной сфере.

Когда нелинейные оптические процессы исследовались, это обусловило развитие оптоволоконных линий связи, различных компонентов в лазерной технике, приложений в спектроскопии и т. д. Изобретение лазеров оказало существенное влияние на процессы формирования нелинейной оптики (рис. 1).

В лазерах мощность излучения достигает весьма больших значений. Расходимость лазерного луча по углу довольно малая. Излучение обладает высокой монохроматичностью.

Исследователи обнаружили отступления от классических закономерностей для тех случаев, если интенсивность света будет достигать больших величин. Тогда, например, для границы различных сред, процессы распространения света уже не будут описываться на основе прямолинейных закономерностей [1].

Почему световые поля, характеризующиеся разными интенсивностями, будут иллюстрировать разный характер того, как будет осуществляться взаимодействие с веществами?

Влияние будут оказывать многофотонные процессы по мере повышения интенсивности излучения. Для небольших интенсивностей большую роль играют однофотонные процессы.

Более, чем один фотон будет поглощаться при взаимодействии светового потока с атомами вещества.

Следует отметить, что при распространении световых потоков с большими интенсивностями внутри веществ, это будет приводить к тому, что свойства веществ будут меняться [2].

Тогда мы говорим о том, что среда будет нелинейной, поскольку от интенсивности света зависят характеристики веществ.

В линейном случае несколько световых волн будут независимым образом друг от друга взаимодействовать со средой и распространяться при условии, что у них разная поляризация, направление, частота. Тогда происходит выполнение принципа суперпозиции.

В случае, если анализируются нелинейные оптические системы, указанный принцип не будет выполняться.

Вследствие каких эффектов это будет происходить? Будет наблюдаться самовоздействие для световых волн в средах [3]. Кроме того, в ходе распространения определенной волны, она будет оказывать влияние на то, каким образом будут другие волны распространяться в нутрии этой же среды. Нелинейные эффекты в оптике бывают когерентными и некогерентными (рис. 2).

На характеристики нелинейности оказывают влияние в нелинейных восприимчивостях вещественные или мнимые составляющие (рис. 3).

---

Козлова Дарья Николаевна – Воронежский институт высоких технологий, студент, kozl99daryanik@yandex.ru.  
Преображенский Андрей Петрович – Воронежский институт высоких технологий, профессор, app@vivt.ru.  
Шунулина Виктория Владимировна – Воронежский институт высоких технологий, студент, shunul33vvv@yandex.ru.

Некогерентные эффекты аедут к тому, что нелинейные оптические свойства сред для ограниченного объема зависят от концентрации энергии излучения.

Интенсивность света слабо влияет на то, анализируемые явления будут протекать. Энергия не будет передаваться к соседним областям. Для сильных световых полей характерно проявление когерентных явлений.

Существенное влияние оказывают фазовые соотношения, а также интенсивность излучений.

Одни из волн могут преобразовываться в другие. Между собой волны могут взаимодействовать. Для самых разных сред, даже для вакуума, есть возможности для наблюдения когерентных оптических явлений.



Рисунок 1. Иллюстрация нелинейных эффектов в оптике



Рисунок 2. Возможные некогерентные явления в оптике

Нелинейные восприимчивости оптических сред должны быть не равна нулю хотя бы для одного из порядков.

Это рассматривается в виде необходимого условия для того, чтобы нелинейные эффекты были наблюдаемы в оптике. Фазовый синхронизм рассматривается в виде достаточного условия наблюдения когерентных указанных эффектов [4].

Когда с веществом происходит взаимодействие световых полей, тогда требуется разработка различных моделей. Одной из простых считается классическая линейная модель. Качественным образом на ее основе можно сделать описание того, какой будет на оптическое излучение отклик сред. Отклик среды должен быть достаточно малым [5].

Ключевые частотные зависимости по оптическим характеристикам могут быть определены.

Ангармоническое движение связанных электронов вследствие световых полей описывается при помощи моделей ангармонических осцилляторов. Тогда возникают возможности для того, чтобы дать описание генерации по высшим гармоникам.

При использовании квантовой модели взаимодействия возникают возможности для того, чтобы осуществить полный расчет по нелинейному отклику квантовых объектов на интенсивные лазерные излучения.

Лучевая прочность определяет для оптических сред возможности применения высших нелинейностей.



Рисунок 3. Иллюстрация эффектов, связанных с мнимыми компонентами и в нелинейных восприимчивостях

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Агравал Г. Нелинейная волоконная оптика / Г. Агравал. – М.: Мир, 1996. – 323 с.
2. Дмитриев В. Г. Прикладная нелинейная оптика / В. Г. Дмитриев, Л. В. Тарасов. – М.: Физматлит. – 2004. – 512 с.
3. Клышко Д. Н. Фотоны и нелинейная оптика. / Д. Н. Клышко. – М.: Наука. – 1980. – 265 с.

4. Fiore A. Phase matching using an isotropic nonlinear optical material / A. Fiore, V. Berger, Rosencher E., Bravetti, J. Nagle// Nature. – 1998. – Vol. 391, no. 6666. – Pp.463-466.
5. Осипов А. Л. Моделирование средней концентрации химических веществ / А. Л. Осипов, В. П. Трушина // International Journal of Advanced Studies. – 2019. – Т. 9. – № 1-2. – С. 19-24.

#### THE FEATURES OF NONLINEAR EFFECTS IN OPTICS

© 2021 D. N. Kozlova, A. P. Preobrazhenskiy, V. V. Shunulina

Voronezh Institute of High Technologies Technologies (Voronezh, Russia)

The paper analyzes some characteristics of nonlinear effects in optics. The features of coherent and incoherent phenomena are shown.

Keywords: nonlinear optics, light wave, material medium, multiphoton processes.