

# РАЗЛИЧНЫЕ МЕТОДЫ ПОНИЖЕНИЯ НАПРЯЖЕННОСТИ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ПОЛЯ В КРИСТАЛЛЕ НИОБАТА ЛИТИЯ

А.А. Достовалов<sup>1</sup>, В.Д. Паранин<sup>2</sup>

Самарский государственный аэрокосмический университет им. академика С.П. Королёва  
(национально исследовательский университет)

В данной работе рассмотрены различные методы снижения напряженности электрического поля в управляемой дифракционной решетке на основе электрооптического кристалла ниобата лития. Выявлена и обоснована необходимость снижения напряженности в управляемой дифракционной решетке.

Управляемые дифракционные решетки на основе электрооптических кристаллов позволяют осуществить динамическое изменение диаграммы направленности дифрагированного излучения. Одним из факторов, сдерживающих развитие управляемых дифракционных элементов является высокое напряжение, приводящее к генерации и перераспределению носителей заряда в поверхностном слое кристалла, к локальной переполаризации электрооптического кристалла. Особенно сильно эти эффекты проявляются вблизи торцов электродов, в области которых напряженность электрического поля повышена. Это усиливает наведенную оптическую неоднородность и увеличивает вероятность электрического пробоя. Для предотвращения деградации кристалла необходимо выполнить расчет напряженности электрического поля и предложить методы его снижения.

Целью настоящей работы являлся расчет трехмерного распределения напряженности электрического поля вдоль с-оси  $E_x(x,y,z)$  при различной эллиптичности торцов и различной толщины электродов.

Моделирование электрического поля осуществлялось численным методом в программе Comsol Multiphysics. В качестве подложки управляемой дифракционной решетки задавался x-срез электрооптического кристалла ниобата лития ( $\text{LiNbO}_3$ ) размером  $15 \times 15 \times 1$  мм. На поверхности кристалла  $15 \times 15$  мм располагались параллельные электроды длиной  $L_1=8$  мм и шириной  $b=160$  мкм. Зазор между электродами составлял  $a=140$  мкм, расстояние от торца электрода до контактной площадки  $L_2=500$  мкм. С-ось кристалла ориентировалась перпендикулярно управляющим электродам. Относительные диэлектрические проницаемости кристалла составляли  $\epsilon_a=\epsilon_y=\epsilon_z=83$ ,  $\epsilon_c=\epsilon_x=24,5$ . При расчетах задавались чередующиеся потенциалы электродов  $U_1=1$  В,  $U_2=0$  В. Были взяты следующие эллиптичности торцов 1:1, 1:1.5, 1:2, 1:2.5, 1:3, 1:3.5, 1:4. Малая ось эллипса 80 мкм. Были взяты толщины электродов 50, 60, 70, 80, 90, 100 мкм при эллиптичности 1:1

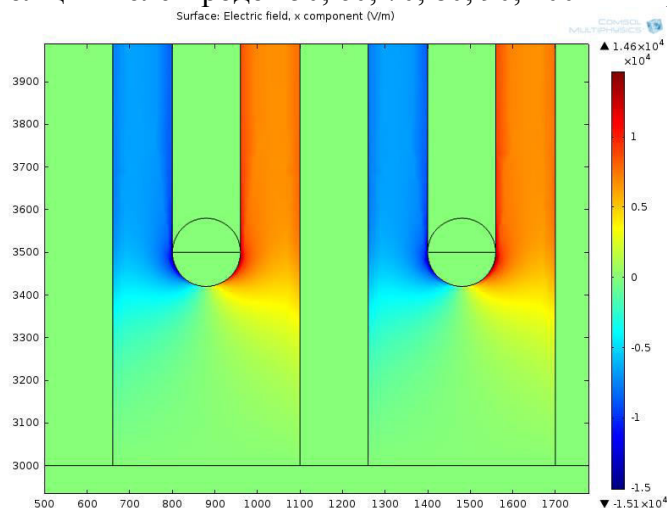


Рисунок 1 – Распределение напряженности поля при эллиптичности 1:1 и толщине 100 мкм

Таблица 1. Результаты расчетов

$E_x, \text{В/м}^2$	$1.46 \cdot 10^4$	$1.29 \cdot 10^4$	$1.18 \cdot 10^4$	$1.13 \cdot 10^4$	$0.83 \cdot 10^4$	$1.2 \cdot 10^4$	$1.24 \cdot 10^4$
Эллипти- чность	1:1	1:1.5	1:2	1:2.5	1:3	1:3.5	1:4

При увеличении большой оси эллипса, напряженность поля снижается. Напряженность поля при эллиптичности 1:1 составляет  $E_x=1,46 \cdot 10^4$  В/м. А при эллиптичности 1:4 составляет  $E_x=1,24 \cdot 10^4$  В/м.

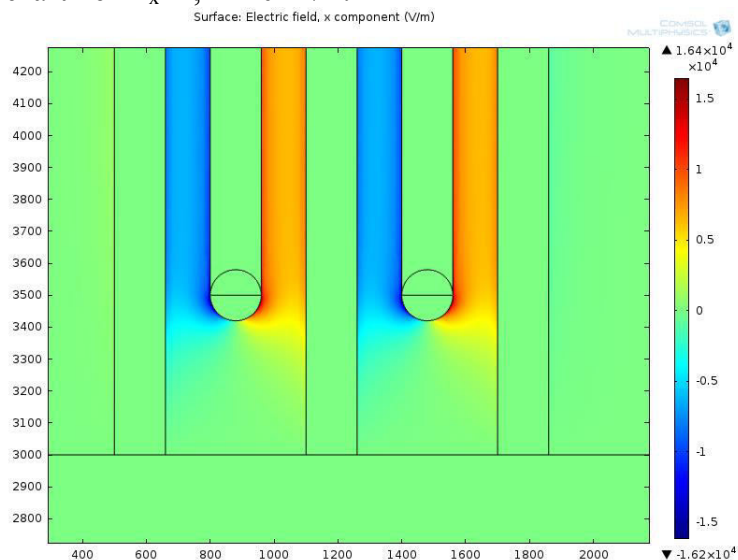


Рисунок 2 – Распределение напряженности поля при эллиптичности 1:1 и толщине 50 мкм

Таблица 2. Результаты расчетов

$h, \text{мкм}$	50	60	70	80	90	100
$E_x, \text{В/м}^2$	$1,64 \cdot 10^4$	$1,55 \cdot 10^4$	$1,58 \cdot 10^4$	$1,56 \cdot 10^4$	$1,45 \cdot 10^4$	$1,46 \cdot 10^4$

При уменьшения толщины электродов на 10 мкм, идет увеличение напряженности поля. При толщине электродов 100 мкм напряженность составляла  $E_x=1,46 \cdot 10^4$  В/м, а при толщине 50 мкм  $E_x=1,64 \cdot 10^4$  В/м

### Литература

1. В.Д.Паранин. Исследование механизмов управления характеристиками дифракционной решетки, выполненной на поверхности электрооптического кристалла ниобата лития., ЖТФ, 84, № 11, с.146-150, (2014).
2. В.Д.Паранин. Особенности формирования иглообразных доменов в поверхностном слое ниобата лития X-среза., ЖТФ, 84. №12, с.132-136, (2014).