

УДК 621.391.63

ДИФРАКЦИОННЫЙ ЭЛЕКТРООПТИЧЕСКИЙ ДЕФЛЕКТОР ДЛЯ ВОЛОКОННОЙ ЛИНИИ СВЯЗИ КОСМИЧЕСКОГО АППАРАТА

Левченко В.И.

Самарский государственный аэрокосмический университет имени академика С.П.Королёва (национальный исследовательский университет), г. Самара

Оптические дефлекторы позволяют изменять направление распространения луча на определенный угол или осуществлять непрерывное или дискретное сканирование в одной или двух плоскостях. Функциональным назначением дефлекторов являются модуляция, коммутация оптических сигналов в волоконных линиях связи авиационных и космических аппаратов, наземных гражданских и промышленных объектов.

Современные дефлекторы оптического излучения имеют несколько существенных недостатков: во-первых, это небольшой угол отклонения светового пучка, составляющий единицы и десятки угловых секунд, во-вторых, большое управляющее напряжение (единицы киловольт). Таким образом, недостатком известных конструкций дефлекторов является малое число разрешимых позиций (единицы-десятки), ограничивающих их применение в информационных волоконно-оптических системах.

Целью данной работы являлась разработка электрооптического дефлектора с увеличенным углом отклонения светового луча (единицы градусов).

Для решения поставленной задачи была предложена конструкция электрооптического дифракционного дефлектора. Принцип работы данного дефлектора заключается в изменении дифракционных свойств оптического элемента при изменении показателя преломления кристалла-подложки в области решетки управляющих дискретных электродов. Данное изменение создается путем подачи на управляющие электроды индивидуальных или групповых потенциалов, формирующих требуемую фазовую функцию для проходящей световой волны. С целью отклонения световой волны данная фазовая функция может иметь линейный (наклонный) или пилообразный вид, причем изменением знака коэффициента наклона приводит к отклонению луча в соседний квадрант. С целью повышения энергетической эффективности и реализации непрерывного перемещения световой волны фазовая функция может иметь криволинейный вид, например, обеспечивающий фокусировку в заданную область картинной плоскости. В настоящей работе основное внимание уделено пилообразному виду фазовой функции.

Для моделирования отклонения луча была использована скалярная теория дифракции применительно к дальней зоне (дифракция Фраунгофера). Распределение электрического поля рассчитывалось на основе метода конечных разностей. В процессе компьютерного моделирования дефлектора выбирались различные периоды и скважность решеток управляющих электродов. В качестве электрооптического кристалла был выбран х-срез ниобата бария-стронция, обладающий высокой чувствительностью к поперечному управляющему электрическому полю. Моделирование проводилось для дифракции монохроматического (лазерного) излучения с длиной волны 633 нм на решетке электродов периодом 10 мкм и 5 мкм при ширине межэлектродного зазора 7,5 мкм, 5 мкм, 2,5 мкм.

Было вычислено изменение амплитуд основных дифракционных максимумов, отмечено появление новых дифракционных максимумов в картинной плоскости при приложении управляющих потенциалов. При уменьшении периода решетки электродов зафиксировано уширение дифракционных максимумов вследствие повышения диспергирующих свойств дифракционной решетки электродов. Отмечено возрастание эффективности перераспределения амплитуд дифракционных максимумов при уменьшении межэлектродного зазора при неизменном периоде. Это объясняется лучшим качеством аппроксимации пилообразной фазовой функции с помощью ступенчатых функций при уменьшении областей существования «ступеньки».