

# Зміст

<b>Вступ</b>	<b>7</b>
<b>1 Вузлові моменти розвитку теорії дифракції</b>	<b>9</b>
<b>2 Методи аналізу оптичної дифракції</b>	<b>13</b>
2.1. МЗХ та його зв'язок з МЗМ . . . . .	14
2.2. Отримання систем рівнянь МЗХ методом збурення . . . . .	19
2.3. Отримання методом збурень точних систем рівнянь МЗХ . . . . .	21
2.3.1. Модифікація та узагальнення систем рівнянь . . . . .	28
2.3.2. Прямий алгоритм аналізу дифракції . . . . .	29
2.3.3. Параболічне наближення для товстих фазових ґраток . . . . .	31
2.4. МЗХ для планарних та рельєфних ґраток . . . . .	33
2.4.1. Рівняння опису дифракції електромагнітних хвиль ТЕ поляризації . . . . .	34
2.4.2. Система рівнянь, яка описує дифракцію хвиль ТМ поляризації . . . . .	35
2.4.3. Розв'язання систем диференціальних рівнянь у матричній формі . . . . .	36
<b>3 Числові алгоритми аналізу дифракції</b>	<b>37</b>
3.1. Прямий числовий Т-алгоритм аналізу дифракції . . . . .	37
3.2. Модифікований стійкий числовий S-алгоритм . . . . .	40
3.3. Модифікований стійкий числовий R-алгоритм . . . . .	42
3.4. Симетризація системи диференціальних рівнянь у МЗХ . . . . .	43
3.4.1. Числовий аналіз МЗХ за наявності симетрії . . . . .	46
3.5. Точність аналізу МЗХ оптичної дифракції на ґратках . . . . .	50
3.5.1. Точність аналізу МЗХ оптичної дифракції на прямокутних металевих ґратках . . . . .	51
3.5.2. Точність аналізу МЗХ оптичної дифракції на прямокутній діелектричній ґратці . . . . .	55
3.5.3. Точність аналізу МЗХ оптичної дифракції на діелектричних ґратках з косинусоїдальною зміню діелектричної проникності . . . . .	56
3.6. Порівняння МЗХ з наближеними методами аналізу ґраток . . . . .	57
3.6.1. Дифракційна ефективність тонкої фазової ґратки . . . . .	59

3.6.2.	Моделювання ефекту Тальбота МЗХ . . . . .	63
3.7.	Деякі застосування планарних ґраток . . . . .	66
3.7.1.	Поляризатор на основі періодично розміщених нанопровідників . . . . .	66
3.7.2.	Просвітлення ґраткою границі прозорий діелектрик-повітря . . . . .	68
3.7.3.	Спектральні особливості структури “діелектрична ґратка на діелектричній підкладці” . . . . .	74
<b>4</b>	<b>Аналіз фазових ґраток</b>	<b>77</b>
4.1.	Класифікація фазових голограм за товщиною . . . . .	79
4.2.	Числовий аналіз фазових голограм малої та проміжної товщин . . . . .	82
4.3.	Двохвильове наближення для товстих об’ємних ґраток . . . . .	85
4.3.1.	Двохвильове наближення для товстих фазових ґраток . . . . .	85
4.3.2.	Двохвильове наближення для товстих амплітудно-фазових ґраток . . . . .	88
4.4.	Нелінійність запису голограм . . . . .	91
4.4.1.	Аналітичний зв’язок між $n_{1ef}$ і $n_{2ef}$ з $n_1$ і $n_2$ для першого і другого кутів Бреґга . . . . .	94
4.4.2.	Аналітичний зв’язок між $n_{1ef}$ , $n_{2ef}$ і $n_{3ef}$ з $n_1$ , $n_2$ і $n_3$ для трьох перших кутів Бреґга . . . . .	100
4.4.3.	Умови застосування ефективних значень модуляції показника заломлення . . . . .	103
4.4.4.	Числовий розрахунок дифракційної ефективності товстих фазових голограм з урахуванням $n_1$ , $n_2$ і $n_3$ . . . . .	104
4.4.5.	Розрахунок $n_1$ , $n_2$ , і $n_3$ за експериментальними залежностями дифракційної ефективності від кута падіння пучка на ґратку . . . . .	106
4.5.	Багат шарові голограми . . . . .	110
4.5.1.	Дифракційна ефективність багат шарових голограм . . . . .	111
4.5.2.	Оптичні властивості багат шарових голограм . . . . .	114
4.5.3.	Можливі варіанти виготовлення багат шарових голограм . . . . .	118
<b>5</b>	<b>Аналіз багат шарових структур</b>	<b>123</b>
5.1.	Матричний метод аналізу багат шарових структур . . . . .	124
5.2.	Аналіз відбивання від ґратки МРПРФ . . . . .	125
5.3.	Межові умови для багат шарових структур . . . . .	127
5.4.	Розв’язок систем рівнянь . . . . .	129
5.5.	Аналіз структур, для яких $\varepsilon_2$ змінюється довільно . . . . .	131
5.6.	Наближені методи аналізу суто відбивних ґраток . . . . .	135
5.6.1.	Взаємодія оптичних хвиль із суто відбивною ґраткою у разі виконання умов Бреґга першого порядку . . . . .	136
5.6.2.	Взаємодія оптичних хвиль із суто відбивною ґраткою у разі виконання умов Бреґга другого порядку . . . . .	147

5.6.3.	Взаємодія оптичних хвиль із суто відбивною ґраткою у разі виконання умов Бреґґа другого порядку за нелінійності запису ґратки . . . . .	158
5.6.4.	Взаємодія оптичних хвиль із суто відбивною ґраткою у разі виконання умов Бреґґа третього порядку . . . . .	164
5.6.5.	Взаємодія оптичних хвиль із суто відбивною ґраткою у разі виконання умов Бреґґа третього порядку за наявності нелінійності . . . . .	170
5.6.6.	Обґрунтування нехтування першою похідною від $t_j(z)$ і $r_j(z)$ , коли $j \neq 0$ . . . . .	177
<b>6</b>	<b>Можливі застосування багат шарових структур</b>	<b>179</b>
6.1.	Структура “шар діелектрика–металева плівка–шар діелектрика” . . . . .	179
6.2.	Структура “шар діелектрика–інтерференційне дзеркало–шар діелектрика” . . . . .	186
6.3.	Просвітлення перехідним діелектричним шаром . . . . .	193
6.4.	Резонансні явища в призмових структурах з металевою плівкою . . . . .	195
6.4.1.	Особливості кутових залежностей коефіцієнта відбивання . . . . .	196
6.4.2.	Чутливість зміщення мінімуму коефіцієнта відбивання до зміни показника заломлення $n_s$ . . . . .	198
6.4.3.	Чутливість коефіцієнта відбивання від металевої плівки до зміни показника заломлення $n_s$ . . . . .	200
<b>7</b>	<b>Фотонні кристали</b>	<b>203</b>
7.1.	Метод плоских хвиль аналізу 2D фотонних кристалів . . . . .	206
7.2.	Аналіз зонної структури 1D і 2D фотонних кристалів . . . . .	208
7.2.1.	1D фотонний кристал . . . . .	209
7.2.2.	2D фотонний кристал . . . . .	213
7.2.3.	Побудова зонної структури 2D фотонного кристала . . . . .	217
<b>8</b>	<b>Резонансне поглинання в ґратках з металевими складовими</b>	<b>226</b>
8.1.	Особливості планарних хвилеводів з металевими складовими . . . . .	227
8.1.1.	Хвилевід: метал–діелектрик–метал . . . . .	228
8.1.2.	Хвилевід: діелектрик–тонка плівка металу–діелектрик . . . . .	230
8.1.3.	Хвилевід: метал–тонка плівка діелектрика–діелектрик . . . . .	234
8.1.4.	Хвилевід: діелектрик–шар діелектрика–тонка плівка металу–шар діелектрика–діелектрик . . . . .	236
8.2.	Поглинання системою “діелектрична ґратка на металі” . . . . .	236
8.2.1.	Визначення наближених параметрів ґратки повного поглинання на основі хвилеводного ефекту . . . . .	237
8.2.2.	Повне поглинання системою “ґратка на металевій підкладці” . . . . .	239
8.3.	Діелектричний хвилевід–металева ґратка–металева підкладка . . . . .	242
8.3.1.	Повне поглинання електромагнітних хвиль у структурі діелектрична плівка–металева ґратка . . . . .	243

8.3.2.	Поглинання електромагнітних хвиль у металевій ґратці з прямокутним рельєфом ( $d_1 = 0$ ) . . . . .	244
8.3.3.	Резонансно-хвильоводні явища в щілині ґратки . . . . .	246
8.4.	Збудження ґраткою поверхневих плазмон-поляритонів . . . . .	249
<b>9</b>	<b>Пропускання ґраток з металевими складовими</b>	<b>258</b>
9.1.	Структура: металева плівка між двома діелектричними ґратками . . . . .	258
9.2.	Пропускання металевих ґраток з вузькими щілинами . . . . .	263
9.3.	ґратка між двома діелектричними шарами . . . . .	269
9.4.	Металева плівка між двома тонкими ґратками . . . . .	272
	<b>Список літератури</b>	<b>278</b>