

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	3
----------------	---

ЧАСТЬ ПЕРВАЯ СВОЙСТВА ЛАЗЕРОВ

Глава первая

Физические основы лазеров	7
1.1. Электромагнитное излучение и кванты	7
1.1.1. Представления волновой теории	8
1.1.2. Квантово-механические представления	10
1.1.3. Ширина спектральной линии	18
1.2. Создание инверсной населенности	19
1.2.1. Двухуровневая лазерная схема	21
1.2.2. Трехуровневая лазерная схема	22
1.2.3. Четырехуровневая лазерная схема	23
1.3. Принцип действия лазера	24
1.3.1. Усиление света в активной среде	25
1.3.2. Генерация лазерного излучения	28
1.3.3. Структурная схема лазера	31
1.3.4. Классификация лазеров	33

Глава вторая

Характеристики и параметры излучения лазеров	38
2.1. Характеристики лазерного излучения	38
2.1.1. Монохроматичность	38
2.1.2. Когерентность	41
2.1.3. Направленность	44
2.1.4. Поляризация	45
2.2. Параметры лазерного излучения	46
2.2.1. Энергетические параметры	47
2.2.2. Спектральные параметры	51

2.2.3. Временные параметры	53
2.2.4. Пространственные параметры	54
2.2.5. Параметры когерентности	58
2.2.6. Параметры поляризации	58
2.3. Измерение технических параметров лазеров	60
2.3.1. Измерение мощности и энергии излучения	60
2.3.2. Измерение ширины спектральной линии	62
2.3.3. Измерение длительности лазерного импульса	65
2.3.4. Измерение поперечного размера лазерного пучка	65
2.3.5. Анализ профиля пучка. Измерение распределения интенсивности по сечению пучка	66
2.3.6. Измерение расходимости излучения	66
2.3.7. Измерение оптического качества излучения (величины M^2)	67

Глава третья

Формирование излучения в резонаторе лазера	73
3.1. Обеспечение спектральных характеристик	73
3.1.1. Продольные моды резонатора	74
3.1.2. Поперечные моды резонатора	79
3.2. Обеспечение энергетических и временных характеристик	83
3.2.1. Непрерывная генерация	84
3.2.2. Свободная генерация	84
3.2.3. Модуляция добротности резонатора	85
3.2.4. Модуляторы добротности	88
3.2.5. Разгрузка резонатора	91
3.2.6. Синхронизация мод	93
3.3. Обеспечение пространственных характеристик	98
3.3.1. Расходимость лазерного излучения	98
3.3.2. Влияние на расходимость неоднородностей активной среды	102

Глава четвертая

Способы возбуждения (накачки) активных сред	107
4.1. Оптическая накачка	108
4.1.1. Оптическая накачка некогерентными источниками	108
4.1.2. Оптическая накачка когерентными источниками (лазерами)	114
4.1.3. Эффективность оптической накачки	118
4.2. Накачка электрическим разрядом	118
4.2.1. Свойства газового разряда	118
4.2.2. Вольт-амперная характеристика (ВАХ)	121
4.2.3. Накачка газовых лазеров несамостоятельным электрическим разрядом	122
4.2.4. Накачка газовых лазеров самостоятельным электрическим разрядом	124
4.3. Схемотехника блоков накачки	126
4.4. Другие виды накачки	129
4.4.1. Тепловая накачка в газодинамических лазерах	129
4.4.2. Химическая накачка	130

ЧАСТЬ ВТОРАЯ ТИПЫ ЛАЗЕРОВ

Глава пятая

Газовые лазеры	137
5.1. Лазеры на смесях нейтральных атомов	139
5.2. Ионные лазеры	142
5.3. Лазеры на парах металлов	143
5.4. Лазеры на молекулярных смесях	147
5.5. Газодинамические лазеры	153
5.6. Химические лазеры	156
5.6.1. HF (DF)-химический лазер	156
5.6.2. Химический кислородно-йодный лазер	160
5.7. Экимерные лазеры	162

Глава шестая

Твердотельные и волоконные лазеры	169
6.1. Неодимовые лазеры	170
6.1.1. Nd:YAG-лазеры	171
6.1.2. Nd:YLF-лазеры	173
6.1.3. Nd:YVO ₄ -лазеры	174
6.1.4. Nd:Cr:GSGG-лазеры	175
6.1.5. Nd:Glass-лазеры	176
6.2. Эрбиевые лазеры	177
6.2.1. Er:YAG-лазер	178
6.2.2. Er:Glass-лазеры	179
6.2.3. Тулий-гольмиевые лазеры	180
6.3. Перестраиваемые лазеры	181
6.3.1. Александритовый лазер	182
6.3.2. Титан-сапфировый лазер	183
6.3.3. Новые твердотельные среды для перестраиваемых лазеров	186
6.4. Дисковые лазеры	186
6.5. Волоконные лазеры	188
6.5.1. Особенности оптики волоконных лазеров	188
6.5.2. Режимы работы	192
6.5.3. Волоконные лазеры на фотонных кристаллах	193

Глава седьмая

Полупроводниковые лазеры	198
7.1. Введение в физику полупроводников	198
7.2. Принцип работы полупроводникового лазера	201
7.2.1. Инверсная населенность	201
7.2.2. Волновод	204
7.2.3. Резонатор	204
7.2.4. Превышение усиления над потерями	206
7.2.5. Лазерная генерация	207
7.3. Материалы полупроводниковых лазеров	207
7.4. Типы полупроводниковых лазеров	209
7.4.1. Лазеры на гомо- и гетеропереходах	209
7.4.2. Дiodные лазеры на квантовых ямах	210
7.4.3. Лазеры с распределенной обратной связью (DFB)	212

7.4.4. Диодные лазеры с волноводной структурой зоны усиления	213
7.4.5. Лазеры с вертикальным резонатором (поверхностно-излучающие лазеры)	214
7.4.6. Лазеры с внешним вертикальным резонатором	215
7.4.7. Диодные лазеры с внешним резонатором	216
7.4.8. Диодные лазеры с оптической накачкой	217
7.4.9. Диодные лазеры с электронной накачкой	219
7.4.10. Квантово-каскадные лазеры	219
7.5. Характеристики диодных лазеров	223
7.5.1. Пороговый ток	223
7.5.2. Расходимость излучения	224
7.5.3. Ширина спектральной линии	225
7.5.4. Поляризации луча	226

Глава восьмая

Другие типы лазеров	229
8.1. Жидкостные лазеры	229
8.1.1. Жидкостные лазеры с активными ионами редкоземельных металлов	229
8.1.2. Жидкостные лазеры на органических красителях	230
8.2. Рекомбинационные лазеры рентгеновского диапазона	234
8.3. Лазеры на свободных электронах	237

ЧАСТЬ ТРЕТЬЯ

ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ИЗЛУЧЕНИЯ СО СРЕДАМИ

Глава девятая

Распространение лазерного излучения в атмосфере	245
9.1. Молекулярное поглощение	247
9.2. Молекулярное рассеяние	248
9.3. Ослабление на аэрозоле	249
9.4. Атмосферная турбулентность	251
9.5. Численные оценки влияния атмосферы	252
9.5.1. Оценка влияния газового состава	252
9.5.2. Оценка ослабления на аэрозоле	253
9.5.3. Оценка влияния осадков	254
9.5.4. Оценка влияния турбулентности	255
9.5.5. Сочетание ослабляющих факторов в атмосфере	257
9.6. Тепловое самовоздействие лазерного излучения в атмосфере	260
9.6.1. Физические основы теплового самовоздействия	261
9.6.2. Математическая модель теплового самовоздействия	262
9.6.3. Программное моделирование распространения лазерных пучков в турбулентной атмосфере при тепловом самовоздействии	262

Глава десятая

Распространение лазерного излучения в воде	267
10.1. Поглощение и рассеяние излучения в воде	267
10.2. Помеха обратного рассеяния	270
10.3. Метод стробирования по дальности	271