

## СОДЕРЖАНИЕ

Введение . . . . .	5
<b>Глава 1. Оптика гауссовых пучков . . . . .</b>	<b>9</b>
§ 1.1. Гауссов пучок в свободном пространстве . . . . .	9
§ 1.2. Лазерный резонатор, образованный сферическими зеркалами . . . . .	19
§ 1.3. Прохождение гауссова пучка через тонкую линзу и отражение его от сферического зеркала . . . . .	25
§ 1.4. Потери энергии в лазерных резонаторах . . . . .	30
§ 1.5. Матричный метод расчета лазерных резонаторов . . . . .	35
§ 1.6. Астигматичный гауссов пучок, астигматичные оптические элементы, астигматичные резонаторы . . . . .	45
§ 1.7. Эрмит-гауссов пучок и высшие моды лазерного резонатора, образованного сферическими зеркалами . . . . .	51
§ 1.8. Лагерр-гауссов пучок и вырождение мод лазерного резонатора . . . . .	65
§ 1.9. Электрическое и магнитное поля гауссова пучка . . . . .	70
§ 1.10. Состояние поляризации мод лазерного резонатора. Метод Джонса . . . . .	73
§ 1.11. Расчет резонаторов матричным методом. Резюме . . . . .	81
§ 1.12. Гауссовы пучки — решения уравнений Максвелла . . . . .	87
§ 1.13. Гауссов пучок с двумя системами главных осей . . . . .	91
§ 1.14. Кольцевые резонаторы . . . . .	104
<b>Глава 2. Метод интегрального уравнения . . . . .</b>	<b>117</b>
§ 2.1. Преобразование параксиальных пучков гауссовыми оптическими системами . . . . .	117
§ 2.2. Метод интегрального уравнения в теории резонаторов . . . . .	127
§ 2.3. Интегральное уравнение резонатора, содержащего негауссовы оптические элементы . . . . .	134
§ 2.4. Конфокальный резонатор . . . . .	140
§ 2.5. Методы решения интегрального уравнения в теории резонаторов . . . . .	155
<b>Глава 3. Сложные лазерные резонаторы . . . . .</b>	<b>169</b>
§ 3.1. Связанные лазерные резонаторы . . . . .	169
§ 3.2. Селекция продольных мод . . . . .	175
§ 3.3. Согласование связанных резонаторов . . . . .	179
§ 3.4. Резонаторы с дисперсионными элементами . . . . .	183

Глава 4. Резонаторы твердотельных лазеров . . . . .	189
§ 4.1. Термооптические искажения активных элементов твердотельных лазеров . . . . .	189
§ 4.2. Резонаторы с термооптически возмущенным активным элементом . . . . .	198
§ 4.3. Резонаторы одномодовых твердотельных лазеров с непрерывной накачкой . . . . .	211
§ 4.4. Устойчивые резонаторы одномодовых твердотельных лазеров с импульсной накачкой . . . . .	226
§ 4.5. Резонаторы одномодовых лазеров неустойчивой конфигурации . . . . .	232
§ 4.6. Резонаторы твердотельных технологических лазеров . . . . .	247
Глава 5. Геометрическая оптика лазерных резонаторов . . . . .	256
§ 5.1. Геометрическая оптика лазерных резонаторов в параксиальном приближении . . . . .	256
§ 5.2. Двумерный эллиптический резонатор . . . . .	262
§ 5.3. Эллипсоидальный резонатор . . . . .	267
§ 5.4. Движение короткого (фемтосекундного) волнового пакета в эллипсоидальном резонаторе . . . . .	279
§ 5.5. Эллипсоидальный резонатор — волновое решение . . . . .	283
§ 5.6. Лучевые системы в резонаторах более общего типа, чем эллипсоидальный . . . . .	293
§ 5.7. Построение волнового поля по лучевой картине . . . . .	296
§ 5.8. Оптические линии задержки . . . . .	303
Список-литературы . . . . .	310

*Светлой памяти  
Александра Михайловича Прохорова  
посвящается*

## ВВЕДЕНИЕ

Представление о волновом движении электромагнитного поля возникло после того, как Максвелл усовершенствовал существовавшие до него уравнения электромагнетизма и в результате получил уравнения, названные впоследствии его именем. Электромагнитные волны явились прямым следствием введенного Максвеллом в уравнения тока смещения. С пониманием возможности волнового движения пришло и понимание возможности использования резонаторов для наблюдения электромагнитных волн. Действительно, первое наблюдение электромагнитных волн Герцем было связано с использованием резонатора — так называемого вибратора Герца, который в дальнейшем широко использовался в технике и дожил до наших дней — многочисленные телевизионные антенны, расположенные на крышах домов, представляют собой слегка модифицированный вариант вибратора Герца. Отметим, что по современной терминологии вибратор Герца следовало бы назвать открытым резонатором, поскольку часть запасенной в нем энергии могла излучаться в свободное пространство, более того, сама возможность наблюдения электромагнитных волн была обусловлена именно этой особенностью вибратора Герца.

Герц работал с относительно короткими, метровыми волнами, в радиотехнике же на первых этапах использовались длинные, до нескольких километров, волны, для которых вибратор Герца был неудобен. Поэтому в радиотехнике тогда нашел широкое применение колебательный контур, состоящий из соединенных последовательно конденсатора и катушки индуктивности, предложенный и исследованный В. Томсоном. В принципе томсоновский контур также является открытым резонатором, поскольку может излучать в свободное пространство. Однако эта его способность в длинноволновом диапазоне выражена крайне слабо, что обусловлено малостью его размеров по сравнению с длиной волны.

Последующее развитие радиотехники и особенно радиолокации было связано с тенденцией к уменьшению длины волны электромагнитного излучения. При этом открытость колебательного контура, его способность излучать в свободное пространство увеличивалась, но воспринималась исследователями как недостаток, поскольку приводила к увеличению потерь колебательного контура. Вследствие этого существенным усовершенствованием техники генерирования электро-