

## ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие . . . . .	8
Список литературы . . . . .	10
Предисловие к первому изданию . . . . .	11
Список литературы . . . . .	15
Список основных обозначений, индексов и сокращений . . . . .	17
Введение . . . . .	22
В.1. Что означает термин «самоограниченный переход» . . . . .	22
В.2. Условия получения эффективной генерации в лазерах на самоограниченных переходах . . . . .	23
В.3. Характеристики генерации лазеров на самоограниченных переходах . . . . .	26
Список литературы . . . . .	30
<b>Глава 1. Устройства и способы создания паров металлов . . . . .</b>	<b>31</b>
1.1. Первые конструкции лазеров на парах металлов . . . . .	31
1.2. Лазеры на саморазогреве . . . . .	32
1.2.1. Тепловой режим разрядных лазерных трубок (32).	
1.2.2. Разработка конструкций лазерных трубок с саморазогревом (34).	
1.3. Взрывной способ получения паров металлов . . . . .	38
1.4. Прокачные лазерные системы . . . . .	39
1.5. Поток мелкодисперсных частиц как активная среда лазеров на парах металлов . . . . .	43
1.6. Методы воздействия на выходные характеристики лазеров . . . . .	46
1.7. Лазерные кюветы для лазера на парах меди с поперечным разрядом . . . . .	48
1.8. Лазерные трубки с полым катодом . . . . .	53
1.9. Модифицированные кюветы для лазеров с газоразрядным возбуждением . . . . .	56
1.10. Кюветы лазеров с накачкой электронными пучками. . . . .	62
1.11. Лазеры на парах солей металлов . . . . .	68

1.11.1. Способы введения атомов металлов в рабочую зону (68).	
1.11.2. Газоразрядные трубки (69).	
1.11.3. Способы получения паров для гибридных лазеров на парах металлов (72).	
1.12. Принципы расчета теплового режима излучателей . . . . .	75
Список литературы . . . . .	80
<b>Глава 2. Схема возбуждения и ее влияние на характеристики генерации саморазогревных лазеров на парах меди . . . . .</b>	<b>84</b>
2.1. Электрические характеристики разряда . . . . .	84
2.2. Распределение электрической энергии, потребляемой от выпрямителя, в различных элементах зарядного и разрядного контуров . . . . .	88
2.3. Влияние зарядного контура на генерационные характеристики лазеров на самоограниченных переходах . . . . .	89
2.4. Влияние разрядного контура на генерационные характеристики лазеров на самоограниченных переходах . . . . .	93
2.5. Особенности работы тиратронов в импульсно-периодических лазерах на парах меди . . . . .	102
Список литературы . . . . .	114
<b>Глава 3. Блоки возбуждения лазеров на самоограниченных переходах атомов металлов . . . . .</b>	<b>116</b>
3.1. Схемы разрядных контуров, обеспечивающие увеличение крутизны переднего фронта импульса напряжения на электродах ГРТ . . . . .	116
3.2. Блоки возбуждения с импульсными трансформаторами . . . . .	121
3.3. Тиратронные блоки возбуждения с повышенной частотой следования импульсов возбуждения и повышенной коммутируемой мощностью . . . . .	126
3.4. Блоки возбуждения со схемами Блюмляйна . . . . .	134
3.5. Блоки возбуждения, позволяющие уменьшить влияние катафореза на вынос рабочего металла из ГРТ . . . . .	137
3.6. Тиратронно-тиристорные блоки возбуждения . . . . .	139
3.7. Генераторы сдвоенных импульсов и цугов импульсов возбуждения . . . . .	143
3.8. Генераторы импульсов возбуждения на таситронах и вакуумных триодах . . . . .	146
3.9. Блоки возбуждения импульсно-периодических лазеров с разрядниками в качестве коммутаторов . . . . .	148
3.10. Блоки возбуждения с полупроводниковыми коммутаторами . . . . .	151
3.11. Способы управления характеристиками лазеров на парах металлов . . . . .	157
3.12. Перспективы развития генераторов импульсов возбуждения лазеров на самоограниченных переходах атомов металлов . . . . .	161
Список литературы . . . . .	163

<b>Глава 4. Импульсно-периодические лазеры на самоограниченных переходах атомов металлов . . . . .</b>	<b>167</b>
4.1. История исследования импульсно-периодических лазеров на парах металлов . . . . .	167
4.2. Радиальная неоднородность параметров плазмы в импульсно-периодических лазерах на самоограниченных переходах атомов металлов . . . . .	175
4.2.1. Неоднородность распределения температуры газа (175).	
4.2.2. Неоднородность предимпульсных распределений концентрации атомов инертного газа и рабочего металла в основном состоянии (178).	
4.2.3. Неоднородность предимпульсного распределения концентрации электронов (178).	
4.2.4. Неоднородность предимпульсных распределений температуры электронов и концентрации метастабильных атомов (180).	
4.2.5. Неоднородность распределений параметров плазмы во время импульса возбуждения (182).	
4.3. Температура газа в импульсно-периодических лазерах на парах меди . . . . .	183
4.4. Результаты измерений концентраций метастабильных и резонансовозбужденных атомов рабочего металла в лазерах на самоограниченных переходах атомов металлов . . . . .	194
4.5. Концентрация и температура электронов в лазерах на самоограниченных переходах атомов металлов . . . . .	205
4.5.1. Концентрация и температура электронов во время импульса возбуждения (205).	
4.5.2. Концентрация и температура электронов в межимпульсный интервал времени в лазерах с ГРТ небольших диаметров ( $d_p \leq 2$ см) (209).	
4.5.3. Концентрация и температура электронов в ГРТ больших диаметров (216).	
4.6. Концентрация атомов рабочего металла в лазерах на самоограниченных переходах атомов металлов . . . . .	221
Список литературы . . . . .	229
<b>Глава 5. Результаты аналитических исследований лазеров на самоограниченных переходах атомов металлов . . . . .</b>	<b>239</b>
5.1. Характеристики импульса генерации лазера на самоограниченных переходах атомов металлов . . . . .	239
5.2. Характеристики генерации лазера на парах меди . . . . .	245
5.3. Аналитическое решение задачи о характеристиках импульса генерации лазера на парах меди с учетом развития ионизации . . . . .	253
5.4. Влияние самопоглощения индуцированного излучения на характеристики генерации . . . . .	258
5.5. Соотношения подобия для импульсных лазеров на парах металлов . . . . .	262
Список литературы . . . . .	266

Глава 6. <b>Численные исследования импульсных лазеров на парах металлов</b> . . . . .	268
6.1. Физическая и математическая постановка задачи . . . . .	269
6.2. Расчетные зависимости для коэффициентов, сечений, констант скоростей и частот элементарных физических процессов. . . . .	272
6.3. Методы решения, программы и результаты численных экспериментов . . . . .	281
6.4. Лазер на парах меди . . . . .	295
6.4.1. Моноимпульсный режим работы лазера на парах меди с максвелловской функцией распределения электронов по энергиям (295). 6.4.2. Расчет моноимпульсного режима работы лазера на парах меди с немаксвелловской функцией распределения электронов по энергиям (297). 6.4.3. Частотный режим работы лазера на парах меди в смеси с неоном (302). 6.4.4. Работа лазера на парах меди при большом давлении буферного газа (311). 6.4.5. Параметрическое исследование влияния исходных данных на энергетические характеристики ЛПМ (320).	
6.5. Лазер на парах европия . . . . .	328
6.6. Оптимизация параметров лазеров на парах металлов . . . . .	339
Список литературы . . . . .	348
Глава 7. <b>Численное моделирование импульсно-периодических ЛПМ с учетом неоднородного распределения параметров плазмы (неоднородности разряда) по сечению ГРТ</b> . . . . .	353
7.1. Место и роль модельных исследований импульсно-периодических ЛПМ с учетом радиальных неоднородностей параметров плазмы [1–6] в ряду других численных исследований таких лазеров. . . . .	353
7.2. Результаты численных исследований импульсно-периодических ЛПМ в предположении однородного распределения параметров плазмы по сечению ГРТ [1–3] . . . . .	354
7.3. Характерные радиальные распределения предимпульсных параметров плазмы в импульсно-периодических ЛПМ . . . . .	363
7.4. Система уравнений для расчета характеристик генерации в условиях неоднородного распределения параметров плазмы по сечению ГРТ. . . . .	366
7.5. Динамика генерации в радиально неоднородной активной среде ЛПМ. . . . .	368
7.6. Влияние радиальной неоднородности параметров плазмы на КПД и удельную энергию генерации и КПД ЛПМ . . . . .	372
7.7. Влияние формы импульса возбуждения на характеристики генерации ЛПМ. . . . .	378
7.8. Характеристики генерации импульсно-периодических ЛПМ . . . . .	381
7.9. Сопоставление результатов расчета [4–6] и эксперимента . . . . .	391

7.10. Самосогласованные модели, учитывающие радиальные неоднородности. . . . .	399
Список литературы . . . . .	402
Глава 8. <b>Моделирование лазеров на парах меди. Лазеры с модифицированной кинетикой (kinetically enhanced lasers)</b> . . . . .	404
8.1. Введение . . . . .	404
8.2. Кинетическая модель . . . . .	404
8.3. Функция распределения электронов . . . . .	407
8.4. Ограничение на частоту следования импульсов. . . . .	422
8.5. Лазеры с модифицированной кинетикой (kinetically enhanced lasers) 449	
8.5.1. Добавки водорода (450). 8.5.2. Добавки хлороводорода (487).	
8.6. Формирование высококачественного излучения лазера на парах меди в системе «задающий генератор – усилитель». . . . .	520
8.6.1. Зависимость добавочной мощности, снимаемой с усилителя, от мощности накачки (531).	
Список литературы . . . . .	534
Сведения об авторах. . . . .	541