

Содержание

Предисловие	6
Введение	8
Глава 1. Анализ фазовых искажений импульсной МЛУ с адаптивной оптической системой	12
Введение	12
1.1. Краткие сведения об импульсных МЛУ и адаптивных системах для них	13
1.2. Источники искажений волнового фронта излучения в мощных твердотельных импульсных лазерах	21
1.3. Анализ распределения фазовых искажений вдоль силового канала и различных схем компенсации этих искажений	24
1.4. Анализ бюджета фазовых ошибок адаптивной оптической системы мощной импульсной лазерной установки	28
1.4.1. Структура бюджета фазовых ошибок	28
1.4.2. Волновой фронт излучения импульсных МЛУ	30
1.4.3. Коррекция искажений волнового фронта с помощью деформируемого зеркала и расходимость излучения импульсной МЛУ	36
1.4.4. «Турбулентность» в оптическом тракте ИМЛУ	44
1.4.4.1. Методическое обоснование измерений волнового фронта датчиком Шака — Гартмана с различным временным и пространственным разрешением	45
1.4.4.2. Методика оценки требований к компонентам АОС по измерениям волнового фронта с недостаточным разрешением	47
1.5. Критерии оптимизации системы управления ВФ и требования к ней	49
1.6. Проблема пространственной фильтрации фазовых искажений в ИМЛУ	55
Заключение	62
Литература к главе 1	64
Глава 2. Системы управления волновым фронтом в импульсных МЛУ	68
Введение	68
2.1. Общее описание системы управления волновым фронтом	69
2.2. Датчик волнового фронта	71
2.2.1. Описание технической реализации датчиков волнового фронта гартмановского типа	72
2.2.2. Пространственная фильтрация в задаче измерения волнового фронта [21]	82
2.3. Компьютерная система управления волновым фронтом. Алгоритмы управления. Усилительная аппаратура	85
2.4. Эталон волнового фронта	88
2.5. «Т-1»-система	90

2.6. Дополнительные возможности системы управления волновым фронтом.....	92
2.7. Исследования и испытания систем управления волновым фронтом.....	93
Заключение.....	96
Литература к главе 2.....	97

Глава 3. Деформируемое зеркало – критический элемент

адаптивной системы импульсной МЛУ.....	100
Введение.....	100
3.1. Определение облика деформируемого зеркала.....	101
3.1.1. Определение числа приводов и схемы их размещения на апертуре ДЗ.....	101
3.1.1.1. Аппроксимация аберраций.....	102
3.1.1.2. Расчет формы оптической поверхности.....	102
3.1.1.3. Анализ заданных экспериментальных волновых фронтов.....	103
3.1.1.4. Необходимое количество приводов и схема их размещения на апертуре.....	103
3.1.1.5. Адаптивное зеркало как фильтр пространственных частот.....	104
3.2. Примеры практической реализации деформируемых зеркал для различных ИМЛУ.....	106
3.3. Экспериментальная отработка деформируемых зеркал.....	113
3.3.1. Измерение характеристик деформируемых зеркал.....	114
3.3.2. Повышение точности позиционирования оптической поверхности АЗ.....	120
3.3.2.1. Уменьшение чувствительности привода и шага изменения напряжения.....	120
3.3.2.2. Уменьшение ошибки квантования сигнала (электронного «шума»).....	121
3.3.2.3. Неравномерность отклика поверхности на воздействие актюаторов на апертуре деформируемого зеркала – дополнительный источник ошибок.....	122
3.3.2.4. Использование двух деформируемых зеркал в схеме как способ повышения точности.....	124
3.3.2.5. Влияние других эффектов на точность отработки поверхностью заданной формы.....	126
3.3.2.5.1. Эффект «печати лунок» на оптической поверхности.....	126
3.3.2.5.2. Гистерезис и ползучесть пьезоактюаторов – источник ошибок формы поверхности.....	127
3.3.3. Стабильность формы оптической поверхности деформируемого зеркала.....	128
3.3.3.1. Температурная стабильность формы поверхности.....	128
3.3.3.2. Стабильность удержания формы поверхности в течение двух часов.....	130
3.3.3.3. Влияние количества вышедших из строя приводов на СКОп.....	132
3.3.3.4. Облучение оптической поверхности ДЗ светом ламп накачки.....	133



3.3.3.5. Анализ остаточной ошибки коррекции	135
3.3.4. Управление формой поверхности АЗ	135
3.3.4.1. Управление формой поверхности в составе экспериментального стенда	135
3.3.4.2. Управление формой поверхности в составе установки «Луч»	137
3.4. Промежуточные результаты комплексной отработки широкоапертурных деформируемых зеркал	142
3.4.1. Увеличение эффективного динамического диапазона перемещений поверхности и частотных характеристик системы	142
3.4.2. Снижение массы, габаритов и энергопотребления системы «АЗ-БУ»	143
3.4.3. Сопоставление характеристик «АЗ-БУ» для АЗ200.1, АЗ200.2 и АЗ200.3	143
3.5. Некоторые технологические аспекты изготовления деформируемых зеркал	144
3.5.1. Формирование оптической поверхности адаптивных зеркал [47]	144
3.5.2. Нанесение покрытий и контроль оптической поверхности	150
3.5.3. Сборка адаптивных зеркал	152
Заключение	154
Литература к главе 3	155

Глава 4. Применение методов и средств адаптивной оптики для задач юстировки оптических трактов	159
Введение	159
4.1. Общее описание существующих систем автоматизированной юстировки силового канала	160
4.2. Датчик волнового фронта как средство юстировки оптического тракта ИМЛУ	173
4.3. О возможностях адаптивной юстировки оптических систем	176
4.3.1. Идея метода апертурного зондирования в приложении к задачам юстировки	176
4.3.2. Экспериментальная проверка возможности автоматической юстировки	181
4.4. Автоматизированная юстировка ИМЛУ как продукт сочетания различных методов	184
Заключение	186
Литература к главе 4	187

Заключение	190
Перечень принятых сокращений	194
Указатель важнейших обозначений	195
Предметный указатель	196