Л.А. Больбасова,
В.П. Лукин

АДАПТИВНЫЕ ОПТИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ

Учебно-методическое пособие по курсу
«Адаптивные оптические системы»
для студентов радиофизического факультета
направления подготовки 12.04.02– Оптотехника

Томск
2021

РАССМОТРЕНО И УТВЕРЖДЕНО методической комиссией радиофизического факультета
Протокол №9/21 от «9» сентября 2021г.
Председатель УМК РФФ А.П. Коханенко

Пособие составлено в соответствии с программой курса «Адаптивные оптические системы» студентов радиофизического факультета направлений подготовки 12.04.02 – Оптотехника. Основано на работах авторов и посвящено расчетам параметров элементной базы адаптивной оптики и адаптивных оптических систем для атмосферных приложений, содержит методические указания и задачи. Задания ориентированы на организацию самостоятельной работы студентов над освоением курса. Для преподавателей, аспирантов, студентов.

СОСТАВИТЕЛИ: Л.А. Больбасова, В.П. Лукин

Оглавление

Предисловие……..4
1. Аналитические модели структурной характеристики показателя преломления атмосферы и скорости ветра…….....5
Задачи …….11
2. Атмосферные параметры в адаптивной оптике……..11
Задачи …….12
3. Требования к быстродействию адаптивной оптической системы…..……..13
Задачи……..…14
4. Характеристики элементов адаптивной оптической системы: корректор волнового фронта и датчик волнового фронта Шэка-Гартмана……..….14
Задачи……..18
5. Проектирование адаптивной оптической системы ……18
Задачи……..21
6. Применяемые в адаптивной оптике критерии и показатели качества……21
Список использованной литературы……..……...24

Предисловие

Спецификой адаптивных оптических (АО) систем среди оптико-электронных систем (ОЭС) современного поколения, является наличие дополнительных элементов: датчика волнового фронта (ДВФ) и корректора волнового фронта – деформируемого зеркала (ДЗ). Характерной особенностью таких систем является то, что в них выполняются одновременно процессы измерения, коррекции и управления. При этом в адаптивных оптических системах эти процессы осуществляются в реальном масштабе времени.

Типичная структура АО системы наземного телескопа оптического диапазона представлена на рисунке 1 и включает: источник излучения, атмосферный канал передачи с искажениями, устройство воздействия на волновой фронт – корректор волнового фронта, которое может быть отражающим или преломляющим; измерительное устройство – датчик волнового фронта, которое принимает излучение и восстанавливает волновой фронт; устройство обработки информации – ЭВМ, воспринимающее результаты измерений и преобразующее их в сигналы для управления устройством воздействия на волновой фронт.

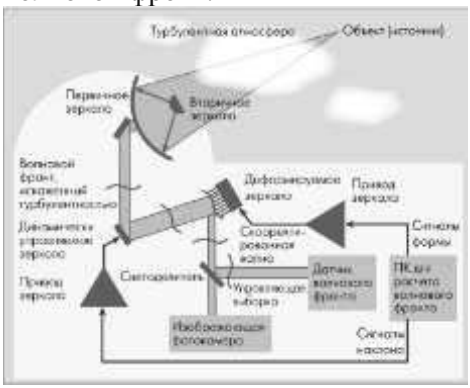


Рис 1. Структурная схема системы адаптивной оптики телескопа

Синтез структуры АО системы из данных элементов предполагает ответ на ряд вопросов, определяющих ее эффективность:

1. Выбранный принцип и характеристики датчика волнового фронта;
2. Выбранный алгоритм восстановления волнового фронта;
3. Каковы статические и динамические характеристики корректора волнового фронта, и его энергетические возможности;
4. Выбранный алгоритм управления и метод коррекции волнового фронта, а также потенциальные возможности аппаратно-программной реализации;
5. Каковы пространственно-временные характеристик АО системы.

При этом расположение основных компонентов могут быть различным, и определяется назначением ОЭС.

Очевидно, что каждая из приведенных задач является предметом самостоятельного исследования, и ее решение основано на знаниях атмосферных условий распространения оптического излучения. Поэтому создания АО систем требует на начальном этапе разработки исследование характеристик турбулентной атмосферы для нахождения требований к параметрам АО системы и ее конструктивным элементам – датчику и корректору волнового фронта, а также проведения соответствующих расчетов по влиянию атмосферы на работу систем АО, оценок эффективности применения различных алгоритмов адаптивной коррекции.

1. Аналитические модели структурной характеристики показателя преломления атмосферы и скорости ветра

Структурная характеристика (постоянная) показателя преломления атмосферы является основным параметром, характеризующим влияние атмосферной турбулентности на распространяющееся оптическое излучение. Эта локальная