[535+081.142](049.3)

ЦИФРОВЫЕ МЕТОДЫ В ОПТИКЕ

The Copmuter in Optical Research: Methoods and Application /Ed. B. R. Frieden. — Berlin; Heidelberg; New York: Springer-Verlag, 1980. — 371 p. — (Topics in Applied Physics. V. 41).

Появление этой книги, которая, насколько нам известно, готовилась довольно долго, явилось ответом на настоятельную и уже давно созревшую потребность исследователей, работающих в области оптики и голографии. Цифровые вычислительные машины уже практически во всех областях науки стали инструментом исследований, и в оптических исследованиях в том числе. Но не везде, и, в частности, среди физиков-оптиков, они стали привычным и активным инструментом. Между тем ЦВМ — это не просто быстрые арифмометры. Сочетание быстродействия и универсальности создает новое качество, благодаря которому не только достигается радикальное повышение производительности труда в научных исследованиях и научной отдачи экспериментов, но появляется и возможность включения цифровых процессоров в состав самих оптических систем для придания им свойства адаптируемости, управляемости, гибкой перестройки. Но это сочетание нужно уметь использовать.

Цель рецензируемой книги — дать начинающим исследователям введение в использование ЦВМ в оптике и оптических исследованиях, а также побудить опытных «кибернавтов» к работе в этой области. Книга состоит из шести глав, написанных разными авторами, специалистами в соответствующей области. Эти главы носят одновременно обзорный и учебный характер.

Гл. 1 (B. R. Frieden) представляет собой расширенное введение в книгу и обзор проблем в оптике, к решению которых привлекаются цифровые методы обработки сигналов, и цифровая вычислительная техника. Из них упомянуты проектирование линзовых систем, анализ изображений, цифровое моделирование оптических систем и преобразований сигналов в оптике, синтез цифровых голограмм, статистические измерения, контроль оптических систем, медицинская оптика, цифровые методы в оптической астрономии (методы коротких экспозиций для борьбы с турбулентностью атмосферы, инвертирование автокорреляционной функции, исследование спекл-шума, цифровое восстановление изображений, полученных при больших экспозициях). Наряду с обзорным материалом в некоторых случаях даны конкретные приемы, алгоритмы, результаты.

Гл. 2 (R. Barakat) посвящена классическим вычислительным аспектам оптической теории дифракции, т. е. главным образом способам вычисления интегралов, встречающихся в этой теории. Наряду с традиционными методами квадратур (правилом трапеции, методами Симпсона, Ромберга, Гаусса) описаны также современные методы, базирующиеся на алгоритмах быстрого преобразования Фурье (БПФ). Рассматривается сочетание алгоритмов БПФ с другими численными методами вычисления интеграла Фурье, быстрый алгоритм вычисления преобразования Ханкеля, теоремы отсчетов для функций со спектром Фурье, ограниченным прямоугольником, а также функций с круговой симметрией.

Автором гл. 3, как и первой, является редактор-составитель книги B. R. Frieden. В ней обсуждаются вычислительные методы в вероятностных задачах и математической статистике, имеющих отношение к оптике. Глава начинается с введения в теорию вероятностей. Затем разбираются методы преобразования Фурье в теории вероятностей (понятие характеристической функции, теорема о свертке, центральная предельная теорема), функции случайных переменных, методы генерирования псевдослучайных чисел с заданными статистическими характеристиками. Этим фундаментальным вопросам посвящены первые четыре раздела. Далее обсуждаются примеры применения цифровых статистических методов к конкретным задачам — к анализу и исследованию турбулентности атмосферы, явлениям спекл-шума в когерентной оптике, подавлению спекл-шума. Несколько следующих разделов посвящены методам теории статистических решений и оценки параметров и их применению к оценке параметров распределений вероятностей и к задаче коррекции искажений изображений. Таким образом, эта глава, составляющая более трети всего объема книги, является как бы небольшим учебником по теории вероятностей и численным методам в теории вероятностей и математической статистике для оптиков.

Гл. 4 (A. K. Riglar, R. T. Regis) называется «Методы оптимизации в оптике». В ней рассмотрены постановка задачи оптимизации (например, при проектировании линз, освещения, фоточувствительных материалов), математические принципы оптимизации, алгоритмы нелинейного программирования и приведены некоторые конкретные примеры оптимизации для аппроксимации кривых, при проектировании интерференционных фильтров, оптических изображающих систем и т. п.

Гл. 5 «Вычислительные машины и оптическая астрономия» написана Z. Mertz. После краткого исторического обзора автор рассматривает применение вычислитель-

ных машин для автоматизации управления телескопами, обработки фотометрических и спектрометрических данных, а также вообще для обработки изображений астрономических объектов. Особый интерес представляют разделы, посвященные фурье-спектроскопии, спекл-интерферометрии и обработке изображений, искаженных спекл-шумом.

В гл. 6 (W. J. Dallas) речь идет о синтезированных с помощью ЦВМ голограммах и оптических элементах, или, как принято сейчас говорить, о цифровой голографии. Для традиционной оптики это несколько экзотическая область, но сейчас цифровая голография представляет одно из важнейших применений цифровой техники обработки сигналов в оптике. Автор анализирует постановку задачи синтеза голограмм, методы записи результатов расчетов поля голограммы на физических носителях (на амплитудных, фазовых, комбинированных бинарных и многоградационных средах), приводит описание моделей диффузоров для синтеза голограмм, в разработку и анализ которых он сам внес заметный вклад, подробно обсуждает искажения изображений, восстанавливаемых с синтезированных голограмм. Значительное место в главе уделено применениям синтезированных голограмм для визуализации цветных и объемных объектов, данных, получаемых с радиотелескопов, и для изготовления пространственных фильтров для когерентных и некогерентных оптических систем обработки информации. В целом глава представляет собой содержательный обзор по цифровой голографии, охватывающий все основные работы в этой области, в том числе и советские.

Книга получилась, на наш взгляд, очень интересной и полезной, хотя некоторые вопросы освещены в ней недостаточно подробно (например, вопросы цифровой обработки изображений) и не все изложенные методы являются наилучшими из известных (например, методы генерирования псевдослучайных последовательностей и полей и некоторые методы цифровой голографии). Она, безусловно, будет полезна специалистам в области оптики, голографии, а также всем интересующимся современными тенденциями в оптике.

Л. П. Ярославский