

ЧЕРНОВИЦКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ИМ. Ю. ФЕДЬКОВИЧА

Специализированный совет К 068.16.08

На правах рукописи

ЯЦЕНКО  
Виталий Васильевич

ГОЛОГРАФИЧЕСКИЕ КОРРЕЛЯЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ  
ОБРАБОТКИ И ХРАНЕНИЯ ИНФОРМАЦИИ

01.04.05 - оптика

А н т о р е ф е р а т  
диссертации на соискание ученой степени  
кандидата физико-математических наук

Черновцы · 1993

Ав 28.001

Работа выполнена в Черновицком государственном университете им.Ф.Федьковича.

НАУЧНЫЙ РУКОВОДИТЕЛЬ - кандидат физико-математических наук,

Мохунь И.И.

ОФИЦИАЛЬНЫЕ ОППОНЕНТЫ:

доктор физико-математических наук, профессор

Одулов С.Г.

кандидат физико-математических наук,

Полянский П.В.

ВЕДУЩАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ - Винницкий политехнический институт, г.Винница

Защита состоится "29" 09 1993 г. в 14<sup>00</sup> часов на заседании специализированного совета К 068.16.06 при Черновицком государственном университете им.Ю.Федьковича по адресу:

274012, г.Черновцы,  
ул.Университетская, 1.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Черновицкого госуниверситета им.Ю.Федьковича.

Автореферат разослан "29" 09 1993 г.

Ученый секретарь специализированного совета, кандидат физико-математических наук,

Мохунь И.И.

ЛНБ України ім.В.Стефаніка



00802256 (N)

ЛНБ ім. В. Стефаніка  
АН України

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ.

Актуальность темы Методы голографии нашли широкое применение в науке и технике.

Среди различных типов голограмм можно выделить голограммы, получаемые без использования опорного пучка, возможность записи и восстановления информации которыми показал Ван Хирден. Ван Хирден ввел беспорную голограмму (БГ) как обобщенный корреляционный фильтр.

Важнейшим свойством таких голограмм является ассоциативный характер записи и хранения ими информации. Второй положительной особенностью БГ является отсутствие опорной волны при формировании голограммы, что значительно упрощает оптическую схему, эффективнее используется энергия оптического излучения.

Из свойств БГ вытекают перспективы их широкого применения:

- в различного типа устройствах оптической обработки информации;
- голографических запоминающих устройствах (ГЗУ);
- оптических нейроноподобных сетях;
- при восстановлении изображений по распределению интенсивности;
- в новых типах метрологических приборов.

Однако до настоящего времени остается открытым ряд вопросов. Не изучены передающие свойства БГ. Т.к. процесс восстановления изображения из БГ по своей физической природе аналогичен процессу восстановления корреляционного пучка в корреляторе Ван дер Люгта, то характеристики восстановленного изображения, в отличие от традиционной голограммы, должны быть связаны с характеристиками голографируемого объекта.

Проведенные до настоящего времени исследования по БГ основывались на том, что ассоциативные свойства БГ проявляются тогда, когда в качестве восстанавливающего поля используется набор вторичных источников с оптическими характеристиками, идентичными характеристикам вторичных источников при записи голограммы. Простейшим случаем проявления ассоциативных свойств БГ является случай восстановления ее частью исходного объектного поля. Тем не менее, очевидно восстановление информации из БГ можно производить и измененным полем, корреляционная функция которого с исходным полем не равна нулю. Остается открытыми вопросы какова допустимая величина изменения восстанавливающего поля, как связано изменение характеристик восстановленного из БГ поля с изменением характеристик восстанавливающего поля. Очевидно, при решении этих задач возможны принципиально новые подходы к вопросам восстановления информации из БГ. Решение этой задачи важно как в фундаментальном аспекте, так и в практическом плане, т.к. дает возмож-

ность приступить к разработке нового класса устройств оптической обработки информации.

Проведенные исследования корреляционно-фильтрующих свойств БГ и возможности их применения в устройствах оптической обработки информации оставили открытыми вопросы реакции БГ на различного рода геометрические искажения входных изображений (изменение масштаба, поворот и т.п.), не проведено сравнение работы систем согласованной фильтрации и систем с БГ, нет данных о возможности работы БГ с системами оперативного ввода информации.

Цель диссертационной работы состояла в изучении ассоциативных и передающих свойств безопорных голограмм, разработке новых методов восстановления информации из безопорных голограмм, разработке вопросов практического применения безопорных голограмм.

#### Задачи исследований

1. Исследование влияния структуры граничного поля объекта, его фазовой и амплитудной модуляции на характеристики восстановленного из БГ изображения.
2. Исследование корреляционных свойств БГ, связи между изменениями в граничном поле и восстановленном изображении.
3. Разработка новых подходов к восстановлению изображения из БГ.
4. Разработка прикладных аспектов применения БГ в системах оптической обработки информации.
5. Разработка новых систем и методов применения БГ.

#### Защищаемые положения

1. Восстановление изображения из безопорной голограммы можно рассматривать как процесс амплитудной фильтрации на фильтре с пропусканием, определяемым структурой читающей части. При фазовых модуляциях  $\Phi \cdot 2\Phi$  искажения в восстановленном поле определяются дифракционным пределом оптической системы наблюдения. Амплитудная модуляция при этом существенной роли не играет, а поперечные размеры восстанавливающих источников могут изменяться в широких пределах.
2. Возможно восстановление изображения из БГ при восстановлении ее малой выборкой вторичных источников. Величина выборки зависит

от дисперсии фазы в граничном и восстанавливающем полях. При дисперсии фазы меньше  $\pi/2$  восстановление может быть осуществлено произвольным статистическим транспарантом, а также при изменении длины волны восстанавливающего излучения.

3. Изменения в фантомном изображении, связанные с искажениями граничного поля аналогичны изменениям в голографическом корреляторе Ван дер Люгта и могут описываться соотношениями, применяемыми для анализа традиционных корреляционных систем.

Новизна научных результатов полученных в диссертационной работе заключается в том, что:

- впервые определена связь между фазовой и амплитудной модуляцией граничного поля и характеристиками восстановленного из БГ изображения;
- впервые из БГ восстановлено изображение объекта в отсутствие исходного граничного поля с дисперсией фазы больше  $\pi/2$  методом накопления по интенсивности;
- впервые показана возможность восстановления граничного поля объекта из БГ с дисперсией фазы меньше  $\pi/2$  с помощью амплитудного статистического транспаранта;
- впервые показана возможность восстановления граничного поля объекта из БГ излучением другой длины волны и вторичными источниками, поперечные размеры которых отличны от поперечных размеров вторичных источников исходного объекта;
- впервые показано, что при восстановлении БГ амплитудным статистическим транспарантом появляется инвариантность к поворотам и сдвигам БГ;
- впервые проанализировано влияние искажающих факторов (геометрических искажений граничного поля) на отношение сигнал-шум (ОСШ) в изображении, восстановленном из БГ;
- впервые исследованы особенности работы БГ в системах с оперативным вводом информации.

Практическая значимость работы. Результаты работы могут быть использованы при конструировании нового типа одноканальных корреляционных систем оптической обработки информации.

Разработанный метод и система контроля малых изменений в прозрачных биологических объектах по степени точности не уступают интерференционным.

Результаты работы могут быть использованы при конструировании ассоциативных запоминающих устройств (ЗУ) и нейроподобных сетей.

Соотношения и оценки, полученные в результате выполнения работы могут быть использованы для анализа работы как систем с БГ, так и традиционных корреляционных систем.

#### Апробация работы.

Результаты работы докладывались на:

- Научн. конф. "Голографический корреляционный анализ и регистрирующие среды". 1988, г.Черновцы;
- XIII Международной конференции по когерентной и нелинейной оптике (КиНО). 1988, г.Минск;
- I Всесоюзной конференции по оптической обработке информации. 1988, г. Ленинград;
- XX Всесоюзной школе по физическим основам когерентной оптики и голографии. 1989, г.Черновцы;
- VI Всесоюзной конференции по голографии. 1990, г.Витебск;
- II Всесоюзной конференции по оптической обработке информации. 1990, г.Фрунзе;
- VII Координационном совещании "Развитие методов проектирования и изготовления интегральных запоминающих устройств. 1991, г.Москва;
- XIV Международной конференции по когерентной и нелинейной оптике (КиНО'91) г.Ленинград;
- Международном семинаре "Лазерная микротехнология и лазерная диагностика поверхности. 1991, г.Черновцы;
- Международной конференции по оптике. 1992, г.Падуа, Италия;
- Международной конференции "Фазовый контраст / Дифференциальный интерференционный контраст. 1992, г.Варшава, Польша;
- Международной конференции по голографии, корреляционной оптике и регистрирующим материалам. 1993, г.Черновцы;
- Международной конференции "Дифрактометрия и рассеяние". 1993, г.Варшава, Польша.
- 16-м конгрессе Международной комиссии по оптике "Оптика как ключ к высокой технологии", 1993, г.Будапешт, Венгрия.

Публикации.

По материалам диссертации опубликована 21 печатная работа, получено 1 авторское свидетельство и одно положительное решение по заявке. Список приведен в конце автореферата

Структура и объем диссертации.

Диссертация состоит из введения, трех глав, заключения и выводов. Работа изложена на 55 страницах машинописного текста, содержит 42 рисунка (42 страницы); список литературы 105 наименований (8 страниц). Полный объем работы 103 страницы.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении обосновывается актуальность выполненных исследований, сформулирована цель работы, задачи исследований, обсуждаются новизна, практическая значимость работы и приведены основные защищаемые положения.

В первой главе рассматриваются вопросы качества и изображений, восстановленных из безопорной голограммы и влияние амплитудной модуляции объектного поля на процесс восстановления изображений из безопорных голограмм.

В приближении Фурье проведено аналитическое рассмотрение передающих свойств безопорных голограмм как наиболее важным в практическом отношении для систем оптической обработки информации. Показано, что искажения, вносимые в восстановленное из безопорной голограммы поле, полностью определяются характеристиками читающего поля, т.е. восстановление изображений из безопорной голограммы можно рассматривать как процесс амплитудной фильтрации на фильтре с пропусканием, определяемым структурой читающей части.

Рассмотрены случаи амплитудной и слабой фазовой модуляции, вносимых голографируемым объектом. Установлено, что для большинства реальных объектов при фазовых модуляциях по рядам  $S_1$  -  $S_2$  взаимная корреляционная функция читающего поля достаточно узкая и идентичность восстановленного изображения и оригинала определяется характеристиками оптической системы наблюдения, т.е. структура голографируемого объекта в этом случае передается с высоким качеством. При использовании в качестве читающих частей амплитудных статистических транспарантов точка

восстановленного изображения уширяется примерно в четыре раза. При использовании оптической схемы Френеля положение улучшается, т.к. по мере приближения плоскости записи голограммы к объекту изменение пропускания амплитудного фильтра, формируемого читающей частью, носит более плавный характер. В этом случае спектр восстанавливаемого поля передается с меньшими искажениями.

Полученные в оптических схемах Фурье и Френеля экспериментальные результаты подтвердили правильность теоретических оценок.

Экспериментальные и теоретические исследования влияния амплитудной модуляции на процесс восстановления изображения из безопорной голограммы показали, что изменение амплитудной модуляции в объектном поле не приводит к перераспределению интенсивности в объектном поле. Основное влияние на восстановление изображений из безопорной голограммы оказывает фазовая модуляция. Получены экспериментальные результаты по восстановлению из безопорной голограммы фантомных изображений объектов при полной замене амплитудной модуляции в восстанавливаемом поле.

Во второй главе рассматриваются вопросы восстановления изображений из безопорной голограммы при изменении характеристик исходного поля и в отсутствие исходного объекта.

Восстановление изображений из безопорной голограммы производится частью поля, рассеянного объектом за счет ее селективных свойств. Вторым важным свойством безопорной голограммы является ее ассоциативность, т.е. восстановление всего поля объекта его частью. до настоящего времени такой способ восстановления безопорной голограммы считался единственно возможным. Следовательно, для восстановления поля из безопорной голограммы необходим сам объект, либо его часть. Причем условия его освещения при восстановлении должны быть полностью идентичны условиям освещения при записи голограммы.

Однако, ассоциативные свойства безопорной голограммы можно толковать иначе - для восстановления поля объекта из безопорной голограммы необходим набор вторичных источников с характеристиками, соответствующими характеристикам набора источников при записи безопорной голограммы.

Исследованию возможности создания восстанавливающего набора вторичных источников и физическому восстановлению поля объекта из безопорной голограммы и посвящена вторая глава работы.

Проведен анализ процесса восстановления изображения из безопорной голограммы в отсутствие исходного объекта. Показано, что при дисперсии фазы меньше  $\pi/2$  восстановление поля из безопорной голограммы можно осуществить произвольным статистическим транспарантом. При этом

фантомное изображение восстанавливается при сдвигах и поворотах голограммы вокруг оптической оси. Поле объекта восстанавливается также при изменении длины волны считывающего излучения. Изменение линейных размеров восстанавливающих источников существенного влияния на процесс восстановления изображения не оказывает.

Экспериментально проведено восстановление изображений амплитудным статистическим транспарантом из безопорной голограммы в отсутствие исходного объекта, при изменении длины волны считывающего излучения и при изменении размеров вторичных источников.

Теоретически и экспериментально показано, что восстанавливая безопорную голограмму малой выборкой вторичных источников (в отсутствие исходного объекта) и проводя накопление по интенсивности в плоскости изображения можно восстановить амплитуду и фазу поля исходного объекта.

В третьей главе безопорная голограмма рассматривается как обобщенный корреляционный фильтр. Аналитически рассмотрены случаи негативной и позитивной безопорной голограммы и ее реакция на происходящие в объектном поле изменения.

Предложен подход к представлению изменения масштаба и поворота входных изображений как частотной ошибки преобразования сигнала. Проведено теоретическое и экспериментальное исследование влияния геометрических искажений входного сигнала на восстановление фантомного изображения. Учитывая сходство физической сущности восстановления изображения из безопорной голограммы и восстановления корреляционного пика в традиционном голографическом корреляторе, проведено сравнение влияния геометрических искажений поступающих на вход изображений на выходной сигнал голографического коррелятора и на восстановленное из безопорной голограммы фантомное изображение. Установлено, что реакция безопорной голограммы на различного рода декоррелирующие факторы аналогична реакции согласованного фильтра.

Исследованы возможности применения безопорной голограммы как корреляционного фильтра для изучения в реальном времени изменений биологических объектов, в растворах химических веществ, окружающей исследуемую среду. Предложенные методы исследования обладают высокой чувствительностью. Кроме того, отсутствие опорного луча позволяет использовать когерентные источники с малой длиной когерентности, уменьшает требования к виброизоляции системы, повышает помехозащищенность и дает возможность исследовать сигналы, прошедшие значительные расстояния в оптических трассах.

Исследована работа безопорной голограммы как корреляционного фильтра в системах с оперативным вводом информации. Эксперименталь-

но показано, что применение пространственно-временных модуляторов света совместно с безопорной голограммой позволяет компенсировать понижение отношения сигнал-шум на выходе системы, вызванное изменением освещения исследуемого объекта.

В заключении кратко сформулированы основные результаты диссертационного исследования.

1. Показано, что восстановление изображений из БГ можно рассматривать как процесс амплитудной фильтрации на фильтре с пропусканием, определяемым структурой читающей части.

2. Проведен анализ передающих свойств БГ. Показано, что БГ позволяет восстанавливать поле исходного объекта с высокой степенью идентичности. Искажения, вносимые в восстановленное из БГ изображение, определяются характеристиками читающего поля. Для большинства реальных объектов при фазовых модуляциях порядка  $\pi$  -  $2\pi$  идентичность восстановленного изображения и оригинала определяется характеристиками оптической системы наблюдения, т.е. структура голографируемого объекта в этом случае передается с высоким качеством.

3. Проведены эксперименты по исследованию передающих свойств БГ в оптических схемах Фурье и Френеля. Показано, что при использовании оптической схемы Френеля пространственно-частотный спектр исходного объекта передается с меньшими искажениями.

4. Проведены исследования влияния амплитудной модуляции объектного поля на процесс восстановления изображения из БГ. Установлено, что основное влияние на восстановление изображения из БГ оказывает фазовая модуляция, изменение амплитудной модуляции в объектном поле не приводит к изменению характеристик восстанавливаемого изображения.

5. Проведен анализ процесса формирования изображения БГ на основании которого показана возможность восстановления изображения из БГ в отсутствие исходного объекта. При дисперсии фазы меньше  $\pi/2$  восстановление БГ можно осуществить произвольным статистическим транспарантом, также возможно восстановление излучением с длиной волны, отличной от длины волны записи БГ.

6. Проведены исследования влияния изменения поперечных размеров вторичных источников при записи и восстановлении БГ амплитудных объектов. Показано, что изменение линейных размеров восстанавливающих источников существенного влияния на восстановленное изображение не оказывает.

7. Проведены эксперименты по восстановлению изображений из БГ в отсутствие исходного объекта при изменении длины волны восстанавли-

вающего излучения. Показано, что БГ возможно восстановить излучением длины волны, отличной от длины волны записывающего излучения.

8. Проведена оценка влияния изменения масштаба и поворота входных изображений на ОСШ в выходной плоскости голографического коррелятора для различной по ПЧС входной информации и качества пленки объективов системы. Оценка изменения ОСШ основана на представлении изменения масштаба и угла поворота поступающих на вход системы изображений как частотной ошибки преобразования сигнала.

Получены теоретические и экспериментальные результаты изменения ОСШ на выходе системы при геометрических искажениях входных изображений для различной по ПЧС входной информации, различных полос ПЧ. Установлено, что изменение ОСШ на выходе коррелятора при изменении масштаба и угла поворота поступающих на вход изображений зависит от распределения энергии в спектре анализируемых изображений, их поперечных размеров и полосы рабочих ПЧ. Для фильтров с широкой полосой ПЧ изменение ОСШ определяется, прежде всего, средней частотой полосы частот спектра, которой переносится основная энергия. Для узкополосного фильтра изменение ОСШ определяется, прежде всего, размерами анализируемого изображения и мало зависит от конкретного вида обрабатываемых изображений.

9. Проведен сравнительный анализ работы систем согласованной фильтрации и систем с БГ, используемой в качестве корреляционного фильтра.

Исследовано влияние декоррелирующих факторов (сдвиги и повороты голограммы фильтра, изменение масштаба и поворот входных изображений) на изменение ОСШ в фантомном изображении. Установлено, что реакция БГ на различного рода декоррелирующие факторы аналогична реакции согласованного фильтра. Изменение ОСШ в фантомном изображении определяется линейными размерами обрабатываемых изображений, величиной геометрических искажений и ПЧС объектов.

10. Проанализирована работа БГ как корреляционного фильтра (для случаев позитивной и негативной БГ). Показано, что сигнал в системе с БГ ведет себя аналогично сигналу в системах традиционной корреляционной фильтрации. Вместе с тем, выходным сигналом в системах с БГ является изображение, что позволяет проводить локальные исследования изменений, происходящих в объектном поле. Кроме того, отсутствие опорного пучка позволяет использовать когерентные источники с малой длиной когерентности, уменьшает требования в виброизоляции системы, повышает помехозащищенность и дает возможность исследовать сигналы, прошедшие зна-

чительные расстояния в оптических трассах.

11. Показана возможность применения БГ как корреляционных фильтров для исследования биологических объектов, изменений на поверхности объекта и в окружающей поверхности среде. Установлено, что БГ в реальном времени позволяет наблюдать изменение фазовой ситуации в объекте либо на трассе между объектом и БГ. Количественный контроль можно осуществлять как интегрально (измеряя общую интенсивность в поле изображения), так и локально в каждой точке изображения. При этом любые изменения в объекте или на трассе между объектом и голограммой будут вызывать изменения интенсивности в читающей части и в фантомном изображении.

Оценена чувствительность методов, использующих БГ для наблюдения изменений в растворах, окружающих поверхность. Показано, что чувствительность зависит от геометрических параметров схемы и размеров объекта.

12. Проведены исследования работы систем с БГ и устройства оперативного ввода информации в систему. Показано, что применение ПВМС в схеме с БГ позволяет компенсировать изменения интенсивности поступающего на вход изображения.

Список публикаций по теме диссертационной работы.

1. Mokhun I.I., Yatsenko V.V. Reconstruction of Optical Information from Holograms Without Reference Beam. // Abstract Booklet, International Conference "From Galileo's "occhialino" to optoelectronics: frontiers of optical systems and materials", Padova, June 9-12, 1992. - A19.
2. Мохунь И.И., Росляков С.Н., Яценко В.В. Физические основы двумерной интермодуляционной голографии. // В кн.: Применение методов и средств голографии. - Л.: ФТИ, 1989. - С. 36-47.
3. Мохунь И.И., Росляков С.Н., Яценко В.В. Голограммы без опорного пучка как элементы оптической памяти. // В кн.: Развитие методов проектирования и изготовления интегральных запоминающих устройств. Тез. докл. VII коорд. совещания. Москва 13-15 мая 1991г. - М., 1991. - С.38.

4. Бесага Р.Н., Мохунь И.И., Яценко В.В. Проблемы восстановления информации из голограмм без опорного пучка. // В кн.: Тез. докл. XIV Международн. конф. по когерентной и нелинейной оптике (КиНО'91), Ленинград, 24-27 сентября 1991г. - Л.: Т.1, С. 86-87.

5. Mokhun I.I., Roslyakov, and Yatsenko V.V. Reconstruction of Phase and Amplitude Components of Diffraction Field Resulting From Light Scattering by an Object Using Hologram Without Reference Beam. // Proc. SPIE, 1992, V.1723. - P.188-192.

6. Мохунь И.И., Росляков С.Н., Яценко В.В. Восстановление фазовой и амплитудной составляющих дифракционного поля, рассеянного мелкоструктурным объектом, из голограммы без опорного пучка. // Изв. РАН, серия физическая. - 1992. - Т.56, N4. - С.205-211.

7. Мохунь И.И., Росляков С.Н., Яценко В.В. Интермодуляционные голограммы как инвариантные голографические фильтры корреляционных систем. // В кн.: Тез. докл. VI Всес. конф. по голографии. - Витебск, 18-20 сентября 1990г. - Витебск, 1990. - С.76.

8. Мохунь И.И., Росляков С.Н., Яценко В.В. Новые возможности и особенности хранения и обработки информации в системах с интермодуляционной голограммой. // В кн.: Тез. докл. II Всес. конференции по оптической обработке информации. - Фрунзе, 24-26 мая 1990г. - Фрунзе: ИЛИМ, 1990. - С.173-175.

9. Мохунь И.И., Росляков С.Н., Яценко В.В. Физические основы применения интермодуляционных голограмм в оптической обработке информации. // В кн.: Тез. докл. I Всес. конфер. по оптической обработке информации. - Ленинград, 30 мая - 1 июня 1988г. - Л.: ЛИАП, 1988. - С.62.

10. Мохунь И.И., Полянский В.К., Росляков С.Н., Яценко В.В. Устройство для восстановления интермодуляционных голограмм амплитудных объектов. АС N1561724, 3.1.1990г.

11. Мохунь И.И., Росляков С.Н., Яценко В.В. Устройство для восстановления безопорных голограмм амплитудных объектов. Заявка N4780829/25(005035).

12.Вашенко В.И., Мохунь И.И., Якобишена Н.И., Яценко В.В. Влияние геометрических искажений входной информации на выходной сигнал голографического коррелятора. // Автометрия. - 1991, N1. С.112-114.

13.Вашенко В.И., Мохунь И.И., Яценко В.В. Анализ искажающих факторов в корреляционных системах оптической обработки информации. // В кн.: Тез. докл. конф. "Голографический корреляционный анализ и регистрирующие среды". - Черновцы, 1988. - Киев, 1988. - С.30.

14.Вашенко В.И., Мохунь И.И., Яценко В.В. Анализ голографических корреляционных систем с абберационными и дифракционными погрешностями преобразования сигнала. - Томск: 1989. - Деп. в ВИНТИ 28.02.89, N1377-889.

15.Мохунь И.И., Яценко В.В. Влияние декоррелирующих факторов на фантомное изображение, восстановленное из безопорной голограммы. // ЖПС. - 1991. - 55, N6. - С.1024-1027.

16.Yatsenko V.V., Besaga R.N., Mokhun I.I. Application of Holograms Without Reference Beam in Optical Information Processing, Metrology and Biology. // Abstract Booklet: International Conference "From Galileo's "occhialino" to optoelectronics: frontiers of optical systems and materials", Padova, June 9-12, 1992. - A31.

17.Besaga R.N., Mokhun I.I., and Yatsenko V.V. Visualization and Reconstruction Image of Phase Objects. Abstract Booklet: International Conference "Phase Contrast and Differential Interference Contrast", Warsaw, Poland, October 19-21, 1992, P.24-25.

18.Besaga R.N., Мохунь И.И., Росляков С.Н., Яценко В.В. Некоторые аспекты применения голограмм без опорного пучка в оптической обработке информации, химии и биологии. // В кн.Тез. докл. XIV Междунар. конф. по когерентной и нелинейной оптике(КиНО'91). - Ленинград, 24-27 сентября 1991г. - Л.: 1991.Т.1.-С.77-78

19.R.N.Besaha, I.I.Mokhun, and V.V.Yatsenko. Referenceless Holograms in Coherent Filtering and Image Processing Systems. // Abstracts.

International Conference "D/S - metry", May 24-28, 1993, Warsaw, Poland, P.28.

20.Вашенко В.И., Мохунь И.И., Яценко В.В. Принцип сохранения пространственной инвариантности в анализе корреляционных систем оптической обработки информации. // В кн.: Тез. докл. XIII Междунар. конф. по когерентной и нелинейной оптике. - Минск, 6-9 сентября 1988г., Минск: 1988. - Ч. II, сек. IX-XVI, С. 84-85.

21.Мохунь И.И., Росляков С.Н., Яценко В.В. Корреляционно-оптическая обработка изображений двумерными интермодуляционными голограммами. // В кн.: Тез. докл. конф. "Голографический корреляционный анализ и регистрирующие среды", г.Черновцы, 1988. - К. : 1988. - С.31-32.

Подписано к печати 16.08.93.  
Формат 60x84/16. Бумага типографская N2.  
Ксеокопирование. Усл.печ.листов 0,9.  
Уч. изд.листов 1,0. Заказ 129. Тираж 100.  
Бесплатно

Научно-производственное предприятие "ОПЭКС"

г.Черновцы, ул.Ю. Ожужная, 5

ЛНБ ім. В. Стефанива  
АН України

1.694771

БЕСПЛАТНО

№ 28.001

**АВ 28.001**