

**И. АРАБАЕВ АТЫНДАГЫ КЫРГЫЗ МАМЛЕКЕТТИК
УНИВЕРСИТЕТИ
И. РАЗЗАКОВ АТЫНДАГЫ КЫРГЫЗ МАМЛЕКЕТТИК
ТЕХНИКАЛЫК УНИВЕРСИТЕТИ**

Д 05.21.640 Диссертациялык Кенеш

Кол жазма укугунда
УДК 004'49'02(043'3)

ТОКОНОВ АКИНАЛЫ ТУРГУНАЛИЕВИЧ

**ФУРЬЕ-ГОЛОГРАММАЛАРДЫ СПЕКЛ-ТАЛАА МЕНЕН ЖАЗУУНУН
АВТОМАТТАШТЫРЫЛГАН ЫКМАСЫН ЖАНА
АВТОМАТТАШТЫРЫЛГАН МУЛЬТИПЛЕКСТӨӨ
ТЕХНОЛОГИЯСЫН ИШТЕП ЧЫГУУ**

Техника илимдеринин кандидаттык даражасына диссертациянын
АВТОРЕФЕРАТЫ

05.13.16 – Илимий изилдөөлөрдө (илимдердин тармактары боюнча)
эсептөө техникаларын, математикалык моделдөөнү жана математикалык
ыкмаларды колдонуу

Бишкек – 2021

Иш И. Раззаков атындагы Кыргыз мамлекеттик техникалык университетинде аткарылган

Илимий жетечиси:

Бримкулов У.Н. КРнын УИАнын мүчө-корреспонденти, техника илимдеринин доктору, профессор

Официалдык оппоненттер: Абдылдаев М.Ю., техника илимдеринин доктору, И. Арабаев КМУнин профессору,

Исмаилов Б.И., техника илимдеринин доктору, профессор. Билим программаларын на ишканаларды аккредитациялоо агентигинин директору.

Баштоочу организация:

Б.Н. Ельцин атындагы Кыргыз-Орус Славян университетинин “Маалымат жана эсептөө технологиялар” кафедрасы 720000, Бишкек шаары, Киев көчөсү 44

Кандидаттык диссертацияны коргоо 2021жылдын 29-октябрында, саат 15⁰⁰, Д 05.21.640 Диссертациялык кещештин отурумунда, төмөнкү адресте өтөт: 720026, Бишкек шаары, И. Раззаков 51 көчөсү, И. Арабаев атындагы Кыргыз мамлекеттик университетинин, №2 корпусу, 213-конференц залында. Вебинардын коду: <https://vc.vak/b/05---wx6-gfx-qyw>.

Диссертация менен И. Арабаев атындагы КМУ жана И. Раззаков атындагы КМТУ китепканаларынан төмөнкү адресте таанышса болот; 720026, Бишкек шаары, Раззаков 51 көчөсү жана 720044, Бишкек шаары, Айтматов проспекти 66 и на сайте НАК КР: <https://vak.kg>

Автореферат 2021 жылдын “ 29” сентябрында таркатылган.

Д 05.21.640 Диссертациялык кещештин
Окумуштуу катчысы, т.и.д., доцент

Курманбек уулу Талантбек

ИШТИН ЖАЛПЫ МҮНӨЗДӨМӨСҮ

Диссетаациялык иштин темасынын актуалдуулугу. Алдыңкы барактардан жогорку сапаттагы Фурье голограммаларын алуу менен байланышкан негизги көйгөй - ар кандай диапазондо өзгөрүлүп турган жарыктын сыйымдуулугун каттоо. Голограмманы каттоо тегиздигинде маалыматтын жарык толкунунун интенсивдүүлүгүн бирдей жайылтууга жетишкен методдор бар. Дефокусировка методунда голограмма жазылуучу тегиздик так Фурье тегиздигинен Δf аралыгына жылат жана $\Delta f \ll f$ (бул жерде f - фокустун узундугу). Маалыматтын жарык толкунунун интенсивдүүлүгү которулган тегиздикте чоң бир тектүүлүк менен мүнөздөлөт. Ошентип, дифракциялык натыйжалуулугу 10 - 12% жана керектүү сигнал менен ызы-чуу сигналынын катышы 20 - 30 болгон жогорку сапаттагы голограммаларды алууга болот. Оң сапаттары менен катар, дефокусировка методу төмөнкү жагымсыз кесепеттерге алып келет: биринчиден, кыскартуу азаят, экинчиден, голограмманын аянты кеңейип, натыйжада маалыматты жазуунун тыгыздыгы төмөндөйт.

Кокус фаза методу, бул жетишсиздикти жана сактоо тыгыздыгын сактап, голограмманы каттоо жаздыгында маалыматтын жарык толкунун интенсивдүүлүк менен бөлүштүрүүнүн жогорку бир түрдүүлүгүнө жетишүүгө мүмкүндүк берет. Бул ыкманын маңызы кокус мыйзамга ылайык кириш маалыматтын транспарантынан өткөн жарык нурларынын фазасын кошумча модуляциялоодо турат. Бул каттоо тегиздигиндеги жарык толкундарынын фазаларын кокус бөлүштүрүүгө алып келет, натыйжада кийлигишүү интенсивдүүлүгүнүн таралышы бир кыйла бирдей мүнөзгө ээ болот. Фазалык маска сүрөттөлүш тегиздигиндеги жарыктын интенсивдүүлүгүнүн жайылышына таасирин тийгизбейт, анткени ал маалымат жарык толкунунун фазасын гана өзгөртөт, ал эми маалымат объекттин жарык агымына мейкиндик амплитудасынын модуляциясы менен киргизилет. Бул учурда фазалык голограммалар үчүн дифракциянын натыйжалуулугу 20-24% га жетет, ал эми керектүү сигнал менен ызы-чуу-сигналынын катышы 30 же андан ашат. Бирок фазалык масканы жасоо жана аны транспарантка шайкеш келтирүү технологиялык жактан өтө кыйын

Фурье-голограммаларды спекл-талаа методу менен жазуу кокустук фаза методдунун бардык артыкчылыктарын сактайт. Бул методдун маңызы диафрагма менен диффузорду орнотуу болуп саналат. Диффузор аркылуу өткөн лазер нуру мейкиндикте-модуляцияланган жарык толкундарын түзөт. Бул учурда, спекл-голограммалар үчүн дифракциянын натыйжалуулугу 20-25% ге жетет, ал эми сигнал/ызы-чуу коэффициенти 30 же андан ашык. Фурье голограммаларын жазуу ыкмаларын салыштыруудан көрүнүп тургандай, Фурье-голограммаларын спекл-талаа методу менен жазуу кыйла мыкты.

Ушундан улам, жазуунун автоматташтырылган ыкмасын жана Фурье голограммаларын мультиплексиялоонун автоматташтырылган технологиясын иштеп чыгуу үчүн, Фурье голограммаларын спекл-талаа методу менен жазуу тандалган.

Себеби голограммаларды жазуу жана калыбына келтирүү процесстери, эксперименталдык жол менен ар кандай мүнөздөмөлөрдү аныктоодо, алар жогорку тактыкта позициялоону жана тутумдун айрым функционалдык элементтерин программаланган кыймыл менен башкарууну талап кылат, Мунун бардыгы заманбап электрондук жана компьютердик технологиялардын негизинде жогорудагы процесстерди жүзөгө ашыруунун автоматташтырылган ыкмасын иштеп чыгууну талап кылат, ал технологиялык процесстердин жогорку тактыгын жана иштин ар кандай технологиялык режимдерине өтүүгө ийкемдүүлүктү камсыз кылат. Ушуга байланыштуу, Фурье - голограммаларды спекл-толкундарын колдонуу менен каттоонун автоматташтырылган ыкмасын иштеп чыгуу жана Фурье - голограммаларын спекл-толкундарын колдонуу менен мультиплекстөөнүн автоматташтырылган технологиясын иштеп чыгуу азыркы учурда актуалдуу маселе болуп саналат.

Изилдөөнүн максаты жана милдеттери. Диссертациялык иштин максаты болуп, Фурье - голограммаларды спекл-толкундарынын жардамы менен жазуунун жана калыбына келтирүүнүн автоматташтырылган ыкмасын жана Фурье - голограммаларын мультиплекстөө үчүн автоматташтырылган технологияны иштеп чыгуу;

Изилдөөнүн милдеттери:

- жогорку сапаттагы Фурье-голограммаларын каттоонун учурдагы методдорун талдоо жана келечектүү варианттын тандоо
- компьютердик технологияларды колдонуу менен Фурье - голограммаларын спекл-талаа ыкмасы менен автоматташтырылган түрдө жазууну изилдөө;
- спекл-талаа Фурье-голограммаларынын автоматташтырылган ыкма менен жазуунун - маалыматтык мүнөздөмөлөрүн эксперименталдык изилдөө.
- компьютердик технологияларды колдонуп, Фурье-голограммаларынын мультиплекстөөнүн автоматташтырылган технологиясын иштеп чыгуу жана изилдөө;

Илимий жыйынтыктардын жаңылыктары:

1. Жазуу чөйрөсүндө маалыматтык жарык толкунунун интенсивдүүлүгүн бирдей жайылтууга мүмкүндүк берген спекл-талаа Фурье - голограммаларды жазуунун автоматташтырылган ыкмасынын математикалык модели жана структуралык схемасы иштелип чыккан;
2. Объектинин нурунун айланасында айланып иштөөчү шилтеме берүүчү нурдун автокорреляциялык функциясынын касиеттерин колдонуп спекл-талаалардын негизинде Фурье-голограммаларын автоматташтырылган катар жазуу технологиясы сунушталды жана анын математикалык модели иштелип чыкты.

Алынган натыйжалардын практикалык мааниси:

Иштин практикалык мааниси, диссертациялык жумушта сунуш кылынган ыкманы колдонуу менен Фурье голограммаларын спекл-талаасы аркылуу автоматташтырылган түрдө жазуу процессинде, голограммаларды каттатуу тегиздигинде маалымат жарык толкунунун интенсивдүүлүгүнүн жогорку бир түрдүүлүгүнө жетишилгендиги, ошону менен бирге ызы-чуу сигналынан сактоо менен жогорку сапаттагы Фурье голограммаларын алууга мүмкүнчүлүк берет. Автоматташтырылган түрдө Фурье-голограммасын спекл-талаасы менен жазууда, дифракциянын натыйжалуулугу жана сигнал/ызы-чуу катышы жогорулайт.

Спекл- талаалардын касиеттерине негизделген мультиплекстелген голограммаларды жазуунун автоматташтырылган ыкмасы голографиялык эс тутумун түзүүдө технологиялык жөнөкөйлөтүү мүмкүнчүлүгүн жаратат. Автоматташтырылган жазуу тутуму жогорку тактыкты позициялоо аркылуу голографиялык буюмдардын сапатын жакшыртууга мүмкүндүк берет, ал эми программалык камсыздоонун топтому тутумдун иштөө режимдерин ийкемдүү түрдө кайра калыбына келтирүүгө мүмкүндүк берет.

Алынган натыйжалардын экономикалык мааниси. Иштелип чыккан ыкманы колдонуу голограммалардын техникалык-экономикалык көрсөткүчтөрүн жакшыртууга мүмкүндүк берет жана голографиялык продукцияны чыгарган ишканаларда материалдык чыгымдарды олуттуу үнөмдөөнү камсыз кылат

Коргоого чыгып жаткан диссертациянын негизги жоболору:

1. Голограмманын аянтын натыйжалуу пайдаланууга мүмкүндүк берген аналитикалык туюнтмалар алынды.
2. Математикалык модель жана автоматташтырылган оптикалык жазуу схемасы спекл-талаа ыкмасын колдонуп алдыңкы барактардан жогорку сапаттагы Фурье-голограммаларын алууга мүмкүндүк берет.
3. Компьютердик технологияны колдонуп, шилтеме нуру объект нурунун айланасында айланып турганда жарык спекл-талааларынын автокорреляциялык функциясынын касиеттерин колдонуп, Фурье голограммаларын мультиплекстөөнүн математикалык модели жана автоматташтырылган технологиясы.
4. Голографиялык продукцияны өндүрүү үчүн эксперименталдык орнотууну автоматташтырылган башкаруу тутуму иштелип чыккан, бул реалдуу убакытта голограмманын сапатын көзөмөлдөө мүмкүнчүлүгү менен маалыматты жазууга жана окууга мүмкүндүк берет,
5. Эксперименталдык орнотуунун автоматташтырылган башкаруу тутумун ийкемдүү реструктуризациялоо программасы сунуш кылынат, бул голографиялык продукцияны өндүрүүнүн технологиялык процесстерин калыбына келтирүүнү жана алардын сапатын жогорулатууну жеңилдетет;

6. Перифериялык шаймандардын ишин контролдоо үчүн параллель маалымат чыгаруучу санариптик блок иштелип чыккан.

Изилдөөчүнүн жеке салымы. Диссертациялык иштин бардык негизги илимий натыйжаларын автор жеке өзү алган. Илимий кеңешчи, КР УИА мүчө корреспондентти, техника илимдеринин доктору, профессор Бримкулов У.Н., маселени аныктоого, жекече жыйынтыктарга жана алынган натыйжаларды талкуулоо таандык. Биргелешкен эмгектерде автор теориялык изилдөө жана натыйжаларды талдоо үчүн жооп берет.

Диссертациянын апробациясынын жыйынтыктары. Диссертациялык иштин негизги жыйынтыктары төмөнкү семинарларда жана конференцияларда баяндама жасалган:

1. "Оптоэлектроника" лабораториясынын 20 жылдык мааракесине арналган "Голография жана маалыматты оптикалык иштетүү" эл аралык семинары (Бишкек, Кыргызстан, 2-4 сентябрь, 1997)
2. Автоматика институтунун 40 жылдык мааракесине арналган "Контролдоо жана информатика көйгөйлөрү" эл аралык конференция (Бишкек, 19-22 сентябрь, 2000)
3. "Телекоммуникация жана маалымат технологиялары. Азыркы абалы жана өнүгүү проблемалары", эл аралык конференциясы (Бишкек, 6-11-июль, 2001-жыл),
4. "Голография жана маалыматты оптикалык иштетүү" эл аралык семинары (Бишкек, 5-7-сентябрь, 2001-жыл),
5. "Телекоммуникация жана эсептөө тутумдары: Абалы жана өнүгүү келечеги" эл аралык конференция (Бишкек, 11-14-сентябрь, 2002-жыл).
6. "Инновациялык технологиялар жана алдыңкы чечимдер" студенттердин жана жаш окумуштуулардын илимий баяндамаларынын эл аралык университеттер арасындагы илимий-практикалык конференция-конкурсу (Бишкек, Кыргызстан, 23-24-май, 2019-жыл);
7. Эл аралык тармактык илимий-техникалык конференция, "Илимий, техникалык жана билим берүү мейкиндиктериндеги интеграциялык процесстер", И. Раззаков атындагы ФПИ-КМТУнун 65 жылдык мааракесине арналган. (Бишкек, 16-18-сентябрь, 2019-жыл);

Басылып чыгарылган эмгектер. Диссертациянын негизги мазмуну боюнча 20 макалалар республикалык жана эл аралык журналдарда жарыяланган.

Диссертациянын структурасы жана көлөмү. Диссертация киришүүдөн, төрт бөлүмдөн, корутунду жана колдонулган адабияттардын тизмесинен турат. Диссертациянын көлөмү 125 бет, анын ичинде 35 сүрөт жана 5 таблица, печаттык түрдө басылып чыккан 86 аталышты камтыган адабияттардын тизмеси бар.

ИШТИШ НЕГИЗГИ МАЗМУНУ

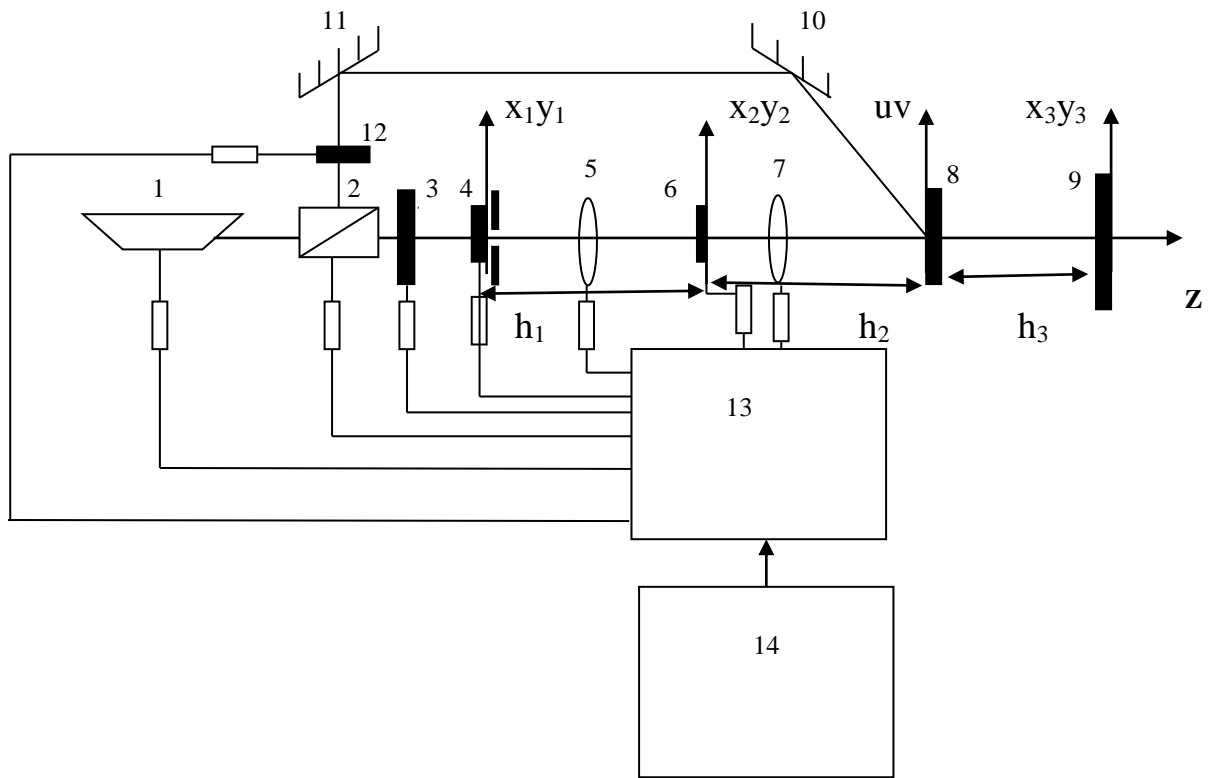
Киришүү бөлүмүндө диссертациянын темасынын актуалдуулугу негизделип, иштин максаты келтирилди, негизги жыйынтыктар берилди, алардын жаңылыгы көрсөтүлдү, илимий жана практикалык баалуулуктутары берилди, диссертациянын түзүмү кыскача баяндалып, коргоого коюлган негизги жоболор көрсөтүлдү.

Биринчи бөлүм Фурье-голограмманы жазуу методдоруна арналган адабияттардын серепинен турат. Дефокусировка, кокустан фаза жана, спекл-талаа методдору менен голограммаларды жазуу каралган. Фурье - голограммаларынын жазуу методдорунун салыштырмалуу анализи жасалып жана алардын ичинен эң мыкты Фурье-голограммаларды жазуу методу тандалды, тандалган методдун негизинде Фурье- голограммаларын жазуунун автоматташтырылган ыкмасын жана Фурье-голограмманы мультиплекстөөнүн автоматташтырылган технологиясын иштеп чыгуу керектиги каралган.

Экинчи бөлүмдө Фурье-голограммаларын спекл-талаа менен жазуунун автоматташтырылган ыкмасы каралат. Спекл-толкундарын тѳѳѳ үчүн автоматташтырылган түрдө жазуу ыкмасында диффузор-линза тутуму колдонулат. Бул учурда, голограмма катталуу тегиздигиндеги маалыматтын жарык толкунунун интенсивдүүлүгүн бирдей бөлүштүрө алууга жетишсе болот. Спекл- талаа Фурье-голограммаларын жазуу жана калыбына келтирүү үчүн автоматташтырылган ыкманын иштөө принцибин карап көрөлү. Голограммаларды жазуунун жана калыбына келтирүүнүн автоматташтырылган ыкмасынын блок-схемасы 1-сүрөттө келтирилген. Жазуу катмарын кошумча нурландырбастан голограмманы жаздыруу үчүн автоматташтырылган жазуу ыкмасынын төмөнкү элементтери колдонулат: лазер 1, нур бөлүүчү 2, диафрагмасы бар диффузор 4, линзалар 5 и 7, күзгүлөр 10 и 11, жазуучу зат 8, санарип блогу 13 жана компьютер 14, электромагниттик башкаруучулар 3 жана 12, транспарант 6, экран 9. Голограммаларды жазуу үчүн лазерди азыктандыруучу блогу туташтырылат жана компьютердин жардамы менен программанын негизинде голограмманы жазуу башталат. Лазердик нур I_0 , нур бөлүүчү 2 аркылуу өтүп I_1 жана I_2 болуп экиге бөлүнөт. Бул учурда I_1 нуру шилтеме, ал эми I_2 нуру – предметтик болот, x_1y_1 тегиздигиндеги талаа, диффузордун жана диафрагманын аракетин эске алганда, төмөнкүчө баяндалат
$$e(x_1, y_1, t) = e(x_1, y_1) \exp(-i\omega t) \quad (1)$$

мында $e(x_1, y_1)$ - талаанын туш келди амплитудалык-фазалык бөлүштүрүлүшү.

Нур I_1 10 жана 11 күзгүлөрүнүн жардамы менен жазуу чөйрөсүнө кирет, нур I_2 диафрагма менен диффузор, оптикалык линза 5, транспарант 6, оптикалык линза 7, аркылуу өтүп жазуу чөйрөсүнө кирет.



1-сүрөт. Спекл-талаа менен Фурье голограммаларын жазуунун автоматташтырылган ыкмасы: 1-лазер; 2- нур бөлүүчү; 3 жана 12 - электромагниттик үзгүлтүктөр; 4 - диафрагмасы бар диффузор; 5 жана 12 - линзалар; 6 - транспарант; 8 - жазуу чөйрөсү; 9 - экран; 10 жана 11 - күзгүлөр; 13 - санариптик блок; 14 - компьютер.

Френелдин жакындалышын колдонуп x_2y_2 тегиздигиндеги комплексть толкун амплитудасы, оптикалык линза жана транспаранттан кийин, төмөнкү формула менен баяндалат

$$e(x_2, y_2) = \frac{-i}{\lambda h_1} \exp \left[i \frac{\omega}{c} \left(h_1 + \frac{x_2^2 + y_2^2}{2h_1} \right) \right] \cdot \exp \left[-i \frac{\omega}{c} \frac{x_2^2 + y_2^2}{2f_1} \right] \cdot t(x_2, y_2) \quad (2)$$

$$\cdot \iint_{x_1 y_1} e(x_1, y_1) \exp \left[i \frac{\omega}{c} \left(-\frac{x_1 x_2 + y_1 y_2}{h_1} + \frac{x_2^2 + y_2^2}{2h_1} \right) \right] dx_1 dy_1$$

Ушул эки толкундун кийлигишүү схемасы жазуу чөйрөсүндө жазылат. Бул учурда, катталуу тегиздигиндеги комплекстүү толкун амплитудасы төмөнкү формула менен баяндалат

$$e(u, v) = -\frac{i}{\lambda h_2} \exp \left[i \frac{\omega}{c} \left(h_2 + \frac{u^2 + v^2}{2h_2} \right) \right] \cdot \iint_{x_2 y_2} e(x_2, y_2) \exp \left[i \frac{\omega}{c} \left(-\frac{x_2 u + y_2 v}{h_2} + \frac{x_2^2 + y_2^2}{2h_2} \right) \right] dx_2 dy_2 \quad (3)$$

Оптикалык линзанын формуласы $1/h_1 + 1/h_2 = 1/f_1$ эсепке алуу менен (2) туюнтманы (3) туюнтмага койуп, uv мейкиндиктеги жыштык

тегиздигинде комплекстѳ толкун амплитудасынын таралышын баяндаган формуланы алабыз.

$$e(u, v) = -\frac{i}{\lambda^2 h_1 h_2} \exp \left[i \frac{\omega}{c} \left(h_1 + h_2 + \frac{u^2 + v^2}{2h_2} \right) \right] \cdot \iint_{x_1 y_1} e(x_1, y_1) T \left[\frac{\omega}{c} \left(\frac{x_1}{h_1} + \frac{u}{h_2} \right), \frac{\omega}{c} \left(\frac{y_1}{h_1} + \frac{v}{h_2} \right) \right] \cdot \exp \left[i \frac{\omega}{c} \left(\frac{x_1^2 + y_1^2}{2h_1} \right) \right] dx_1 dy_1 \quad (4)$$

бул жерде

$$T \left[\frac{\omega}{c} \left(\frac{x_1}{h_1} + \frac{u}{h_2} \right), \frac{\omega}{c} \left(\frac{y_1}{h_1} + \frac{v}{h_2} \right) \right] = \iint_{x_2 y_2} t(x_2, y_2) \exp \left[-i \frac{\omega}{c} \left(\left(\frac{x_1}{h_1} + \frac{u}{h_2} \right) x_2 + \left(\frac{y_1}{h_1} + \frac{v}{h_2} \right) y_2 \right) \right] dx_2 dy_2 \quad (5)$$

Формула (4)-тѳн кѳрүнүп тургандай, мейкиндик - жыштык **uv** тегиздигинде голограмманын толкунунун комплекстѳу амплитудасы диффуздордун чыгуусунда талаанын чогултуу бѳлүштүрүлүшү $e(x_1, y_1)$ менен транспарант $T(x_1, y_1)$ Фурье-ѳзгѳрмѳсүнүн амплитудалык функциясы менен байланыштуу. Демек, калыбына келтирүү баскычында сүрѳт пайда болгондо, голограмманын аянты натыйжалуу колдонулат, бул голограммалардын дифракциялык максималдуу натыйжалуулугун алууга алып келет. Бул жерде I_1 шилтеме толкуну жалпак толкун болгондо, толкун вектору, uz тегиздигинде жайгашып z огу менен бурч түзүүчү учуру каралат.

Бул учурда, uv тегиздигиндеги шилтеме толкунунун комплекстѳу амплитудасы тѳмѳнкүгѳ барабар

$$r(u, v) = r_m \exp \left(i u \frac{\omega}{c} \cos \theta \right) \quad (6)$$

Бул учурда, кийлигишүүнүн интенсивдүүлүгү тѳмѳнкү формага ээ

$$I(u, v) = |r(u, v)|^2 + |e(u, v)|^2 - \frac{r(u, v)}{\lambda^2 h_1 h_2} \exp \left[i \frac{\omega}{c} \left(-h_1 - h_2 - \frac{u^2 + v^2}{2h_2} \right) \right] \iint_{x_1 y_1} e^*(x_1, y_1) \cdot \exp \left[i \frac{\omega}{c} \left(-\frac{x_1^2 + y_1^2}{2h_1} \right) \right] \cdot T^* \left[\frac{\omega}{c} \left(\frac{x_1}{h_1} + \frac{u}{h_2} \right), \frac{\omega}{c} \left(\frac{y_1}{h_1} + \frac{v}{h_2} \right) \right] dx_1 dy_1 - \frac{r(u, v)}{\lambda^2 h_1 h_2} \cdot \exp \left[i \frac{\omega}{c} \left(h_1 + h_2 + \frac{u^2 + v^2}{2h_2} \right) \right] \cdot \iint_{x_1 y_1} e(x_1, y_1) \exp \left[i \frac{\omega}{c} \frac{x_1^2 + y_1^2}{2h_1} \right] \cdot T \left[\frac{\omega}{c} \left(\frac{x_1}{h_1} + \frac{u}{h_2} \right), \frac{\omega}{c} \left(\frac{y_1}{h_1} + \frac{v}{h_2} \right) \right] dx_1 dy_1 \quad (7)$$

Бул формула айкашындагы биринчи бѳлүкчѳнүн туруктуу компоненти, шилтеме толкунуна байланыштуу. Экинчи бѳлүкчѳ ызы-чуу компоненти менен байланышкан, бул кийинки калыбына келтирүү учурунда кирүүчү беттин интермодуляциялык сүрѳтүн берет. Бул компоненттин салымы алдыңкы беттин керектүү сүрѳттѳлүштѳрүнѳ чачырап кеткен татаал амплитудалардын бѳлүштүрүлүшүн сүрѳттѳгѳн акыркы эки терминдин кошкон салымынан кыйла аз болгону жакшы. Бул компоненттин кошкон салымы жарыктын диафрагмасынын татаал амплитудасынын алдыңкы бетте чагылдырылган

сүрөттөрдө таралышын сүрөттөгөн акыркы эки терминдин салымынан бир кыйла аз болушу дурус.

Жазылган голограмманы калыбына келтирүү үчүн 3 электромагниттик үзгүлтүктүн жардамы менен, I_2 нурунун жолу жабылат. Андан кийин, жазуучу чөйрө калыбына келтирүүчү толкун менен жарыктандырылат жана экранда 9 транспарантын калыбына келтирилген сүрөтү байкалат. Спекл-талаасы менен Фурье голограммасын жазуунун автоматташтырылган ыкмасын колдонуп, биз сызыктуу амплитудадагы Фурье-голограммасын спекл-талаасы менен автоматташтырылган жазууну жүргүзө алдык деп эсептейли. Иштеп чыккандан кийин алынган голограмманын амплитудасынын тунуктугу кийлигишүү сүрөтүнүн интенсивдүүлүгүнө пропорционалдуу деп ойлойбуз. Ал эми калыбына келтирүүчү толкун бир сызыктуу, ал эми толкун вектору uz тегиздигинде жайгашкан (1-сүрөт), z огу менен θ_b бурчун түзөт, б.а.

$$r_b(u,v)=r_{bm}\exp\left[i\frac{\omega}{c}u\cos\theta_b\right] \quad (8)$$

Бул учурда, uv тегиздигиндеги чыныгы сүрөттүн комплекстүү толкун амплитудасы төмөнкү туюнтма менен сүрөттөлөт

$$e(u,v)=-\frac{r_b(u,v)r(u,v)}{\lambda^2h_1h_2}\exp\left[i\frac{\omega}{c}\left(-h_1-h_2-\frac{u^2+v^2}{2h_2}\right)\right]\int\int_{x_1y_1}e^*(x_1,y_1)\exp\left[i\frac{\omega}{c}\left(-\frac{x_1^2+y_1^2}{2h_1}\right)\right]\cdot T^*\left[\frac{\omega}{c}\left(\frac{x_1}{h_1}+\frac{u}{h_2}\right),\frac{\omega}{c}\left(\frac{y_1}{h_1}+\frac{v}{h_2}\right)\right]dx_1dy_1 \quad (9)$$

Калыбына келтирүүчү толкун татаал шилтеме толкунуна бириктирилген учурда, б.а. $\mathbf{r}_b(\mathbf{u},\mathbf{v})=\mathbf{r}^*(\mathbf{u},\mathbf{v})$ төмөнкүчө болгондо,

$$e(u,v)=-\frac{r}{\lambda^2h_1h_2}\exp\left[i\frac{\omega}{c}\left(-h_1-h_2-\frac{u^2+v^2}{2h_2}\right)\right]\int\int_{x_1y_1}e^*(x_1,y_1)\exp\left[i\frac{\omega}{c}\left(-\frac{x_1^2+y_1^2}{2h_1}\right)\right]\cdot\int\int_{x_2y_2}t^*(x_2,y_2)\exp\left[i\frac{\omega}{c}\left(\frac{x_1x_2+y_1y_2}{h_1}+\frac{x_2u+y_2v}{h_2}\right)\right]dx_2dy_2dx_1dy_1 \quad (10)$$

Кайра калыбына келтирилген толкундун комплекстүү амплитудасы x_3y_3 чыгыш тегиздигинде төмөнкүдөй болот

$$e(x_3,y_3)=-\frac{i}{\lambda h_3}\exp\left[i\frac{\omega}{c}\left(h_3+\frac{x_3^2+y_3^2}{2h_3}\right)\right]\int\int_{uv}e(u,v)\exp\left[i\frac{\omega}{c}\left(-\frac{ux_3+vy_3}{h_3}+\frac{u^2+v^2}{2h_3}\right)\right]dudv \quad (11)$$

(10) туюнтманы (11) туюнтмага койуп, h_2 жана h_3 аралыктарын барабар деп эсептеп, x_3y_3 чыгуу тегиздигинде калыбына келтирилген толкундун комплекстүү амплитудасынын акыркы корутундусун алабыз.

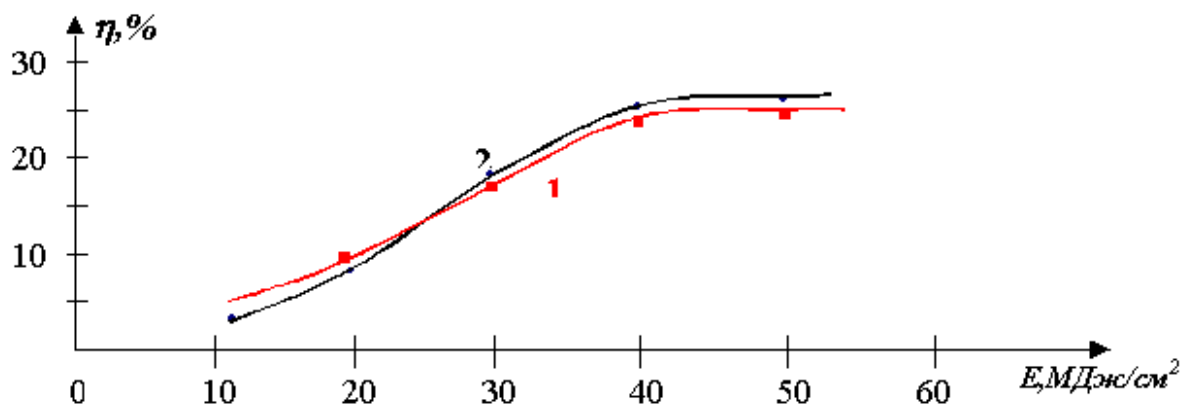
$$e(x_3,y_3)=\frac{i}{\lambda^3h_1h_2^2}\exp\left[i\frac{\omega}{c}\left(-h_1+\frac{x_3^2+y_3^2}{2h_3}\right)\right]\cdot t^*(x_3,y_3)\int\int_{x_1y_1}e^*(x_1,y_1)\cdot$$

$$\cdot \exp \left[i \frac{\omega}{c} \left(\frac{x_1 x_2 - y_1 y_2}{h_1} - \frac{x_1^2 + y_1^2}{2h_1} \right) \right] dx_1 dy_1 \quad (12)$$

Бул туюнтманын негизинде кайра калыбына келтирилген толкун диффузордун жана D1 диафрагмасынын иш-аракетин эске алуу менен транспаранттын сүрөтүнө дал келет. Диффузордун ар бир чекити голограмманын тегиздигинде өзүнүн фазалык коэффициенти менен тунук квазифурье спектрин түзөт. Демек, транспарантын Фурье-спектринин тардыгы менен да, uv мейкиндик-жыштык тегиздигиндеги голограммадагы так диффузордогу оптикалык такка окшош болушу керек, б.а. транспарантын ар бир Фурье компоненти диффузордо uv тегиздигиндеги өзүнүн так сүрөтүн түзөт деп болжолдой алабыз.

Демек, тар Фурье спектринин тунуктугу менен, космостук жыштыктагы UV голограммасындагы диффузордогу оптикалык чекитке окшошот, б.а. Айкындуулуктун ар бир Фурье компоненти uv тегиздигиндеги диффузордо өзүнүн спот сүрөтүн түзөт деп болжолдоого болот.

Фурье голограммаларын жазуу схемаларына байланыштуу голограммалардын дифракциялык мүнөздөмөлөрү жана ызы-чуусу, Фурье голограммаларын жазуунун так талаа ыкмасы жана автоматташтырылган ыкмасы үчүн эксперименталдык түрдө изилденген. $T=m=nd=g\lambda$ 2-сүрөттө голограммалардын ДЭ -нүн эксплуатациялык энергия тыгыздыгынан көз карандылыгынын графиги голограмманы Фурье-схемасы үчүн (1-ийри сызык) жана спекл-талаанын негизинде Фурье-голограммаларын автоматташтырылган түрдө жазуу ыкмасы үчүн (2-ийри сызык) көрсөтүлгөн. Муну (1) жана (2) сызыктардан (1) жана (2) дээрлик дал келген диаграммалардан көрүүгө болот. Бул мүнөздөмөлөр оптималдуу экспозиция энергиясынын тыгыздыгын аныктоо үчүн колдонулат.

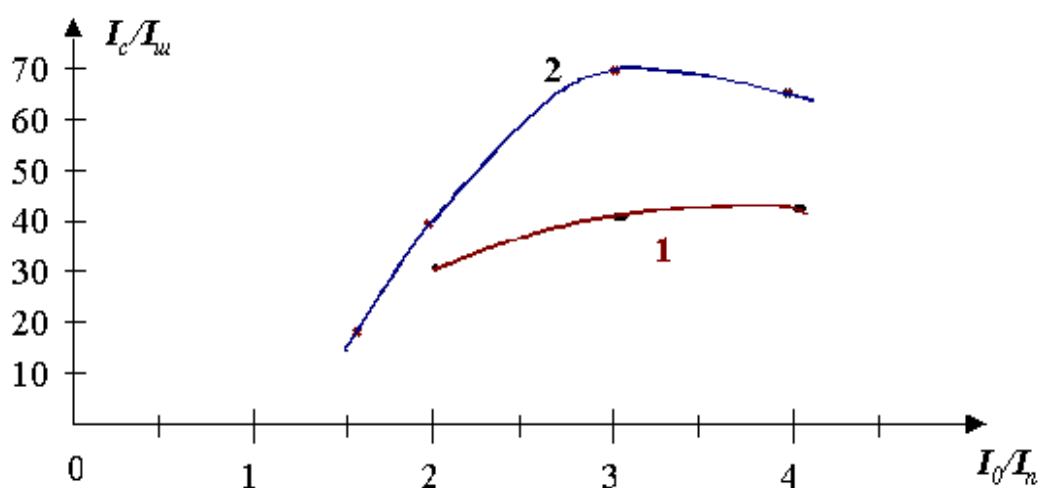


2-сүрөт. Голограмманы жазуунун Фурье-схемасы $g\lambda$ чын (1-ийри сызык) жана Фурье-голограммаларын спекл-талаасында жазуунун автоматташтырылган ыкмасы үчүн (2-ийри сызык) голограммалардын ДЭ-нын энергиясынын тыгыздыгынан көз карандылыгы.

Шилтеме жана объект толкундарынын интенсивдүүлүгүнүн ар кандай

катышында $I_c/I_{ш}$ сигналын/ызы-чуу катышын өлчөө үчүн изилдөө жүргүзүлдү. Сигнал жана ызы-чуу толкундарынын интенсивдүүлүгүн төмөнкүчө түшүнүү керек, калыбына келтирилген сүрөттүн чыгуучу тегиздигинде маалымат бирдигинин жана маалымат нөлүнүн интенсивдүүлүгүн айтабыз.

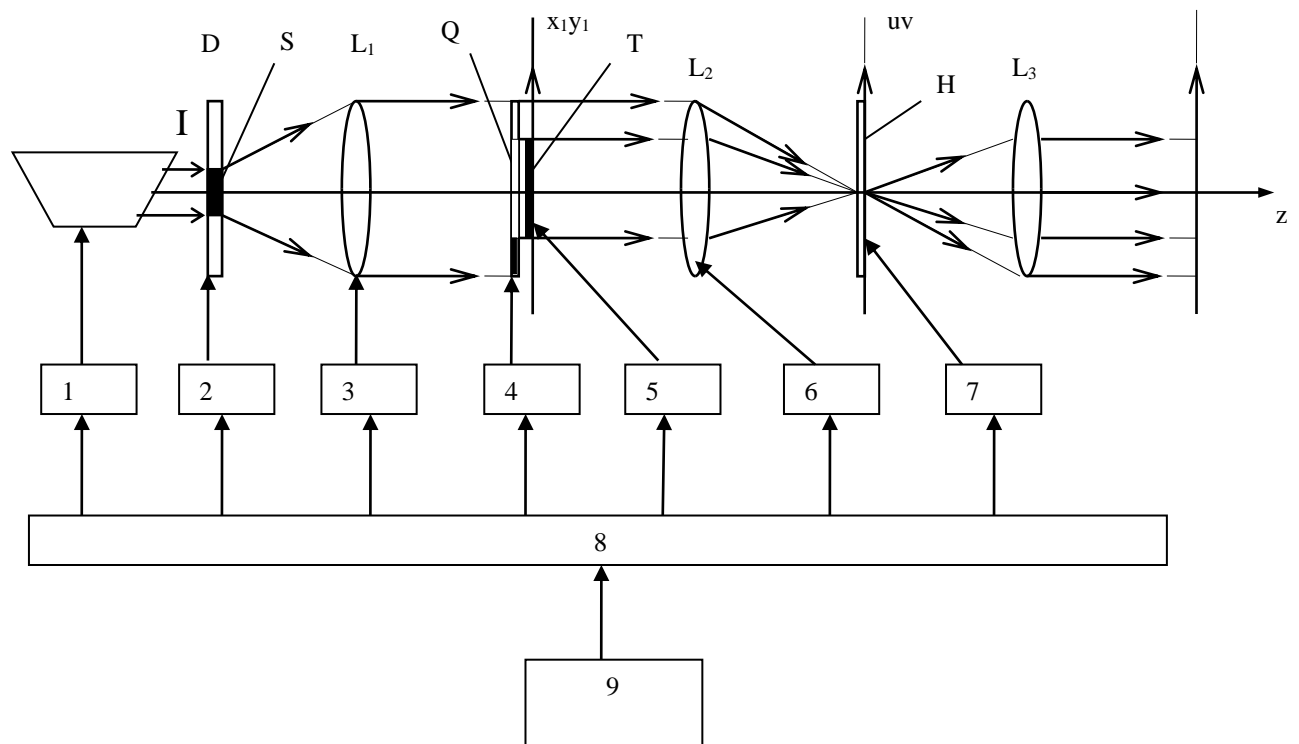
Төмөнкү 3-сүрөттө көрсөтүлгөндөй $I_c/I_{ш}$ катышынын маалымдама жана объект толкундарынын интенсивдүүлүгүнө болгон көз карандылыгында Фурье-голограммасын жазууда (1-ийри сызык) жана Фурье голограммаларын автоматташтырылган түрдө спекл-талаасынын негизинде жазуу (2-ийри сызык). Төмөнкү (1) жана (2) графиктерден көрүнүп тургандай, жазуу чөйрөсүнүн мүнөздүү ийрегинин сызыктуу аймагында, Фурье-голограммасын жазуу схемасы менен Фурье-голограммаларын спекл- талаасынын негизинде жазуунун автоматташтырылган ыкмасын колдонуп салыштырганда, $I_c / I_{ш}$ катышы байкаларлык жогорулаганы көрүнүп турат бул деген сапаттуу сүрөттү алууга алып келет.



3-Сүрөт. $I_c/I_{ш}$ катышынын маалымдама жана объект толкундарынын интенсивдүүлүгүнө болгон көз карандылыгында Фурье-голограммасын жазууда (1-ийри сызык) жана Фурье голограммаларын автоматташтырылган түрдө спекл-талаасынын негизинде жазуу (2-ийри сызык).

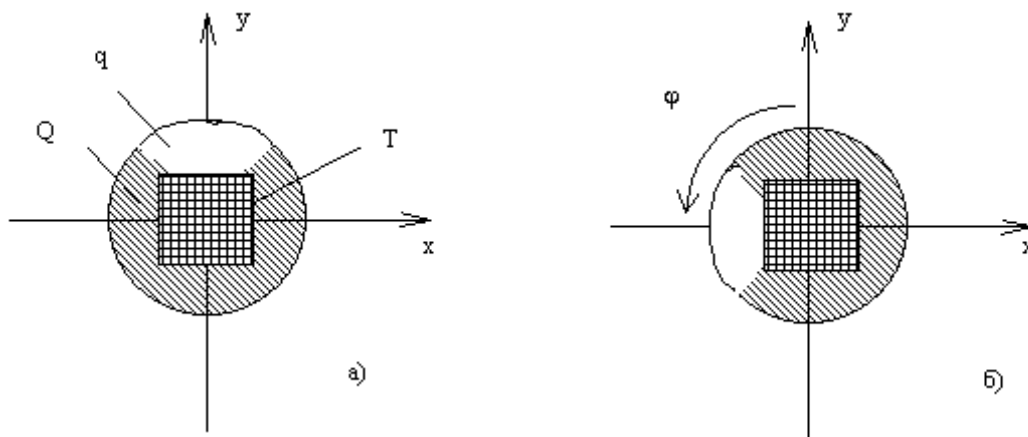
Жыйынтыктап айтканда, бул иште иликтенген спекл-талаасынын негизинде Фурье- голограммасын жазуунун автоматташтырылган ыкмасы бир катар артыкчылыктарга ээ экендиги белгиленди. Голограмманы каттоодо жарык толкунунун интенсивдүүлүгүн бөлүштүрүүнүн жогорку бир түрдүүлүгү камсыз кылынып, ошол эле учурда сактоонун жогорку көлөмү жана тыгыздыгы сакталат. Андан тышкары, голограмманын ар бир чекити транспаранттын ар бир элементи жөнүндө маалыматты камтыйт, бул жазылган голограммалардын жогорку ишенимдүүлүгүн жана ызы-чуу сигналынан сактануусун камсыз кылат. Голограммаларды каттаткан тегиздикте жарык талаасынын таралышынын жогорку бир түрдүүлүгү, сүрөттүн канааттандыруу сапаты менен дифракциянын максималдуу натыйжалуулугун алууга алып келет. Бул схема технологиялык жөнөкөйлүккө ээ.

Үчүнчү бөлүмдө спекл-талаасы аркылуу мультиплекстүү Фурье-голограммаларын алуу үчүн автоматташтырылган технологиянын өзгөчөлүктөрү каралат. Конустун калыптандыруу жагы боюнча объект нурунун айланасында колдоо берүүчү нурду дискреттик айлантуу менен мультиплекстүү Фурье голограммаларынын автоматташтырылган технологиясынын селективдүүлүгүн теориялык жана эксперименталдык изилдөөлөр сунушталган, ар бир убак үчүн шилтеме нурлары голограмманы каттоо учурунда ар кандай туш келди чачыранды түзүлүштөргө ээ. Спекл-толкуну менен мультиплекстелген голограммалардын автоматташтырылган технологиясын жазуу схемасы 4-сүрөттө келтирилген. Жазуу учурунда ичке лазер нуру диффузор D-нын кичинекей "аянтынын" жарык кылат. Тоголок маска x_1y_1 тегиздигинде T транспарант жана q терезеси менен тегерек маска жайгаштырылган. Терезе менен транспаранттын жайгаштырылышы 4a сүрөтүндө көрсөтүлгөн. Шилтеме толкундун ролун q аркылуу таралган нурлануу ойнойт. Транспарант T жана маска Q жалпак толкуну менен жарыктандырылат.



4-сүрөт. Спекл толкуну менен мультиплекстелген голограммаларды жазуунун жана калыбына келтирүүнүн автоматташтырылган ыкмасы. I - лазердик нурлануу; D - диффузор; S - жарык берүүчү аймак; L1, L2, L3 - линзалар; Q - терезе менен маска; T - транспарант; H - жазуу чөйрөсү. 1-7 электрондук блоктор оптикалык элементтерди каалаган абалга орнотууга мүмкүндүк берет. 8- башкаруу шайманы, 9- компьютер

Линза L2 өзүнүн uv фокустук тегиздигинде транспарант жана q аркылуу өтүүчү Фурье-өзгөрмөсүнүн бөлүштүрүүчү комплекстик амплитудаларын пайда кылат. Биринчи голограмманы жазууда $a_1(x_1, y_1)$ жана $r_1(x_1, y_1-b)$ менен транспарантын T жана q чөлкөмүнүн спекл өткөргүчтөрүн белгилейбиз. өткөргүчү q терезесинен r_1 - нурлары борбору O координаттарынын башында эмес, $x_1 = 0, y_1 + b$ чекиттеринде жайгашышкан. Голограмманы жазуучу каражат uv тегиздигине жайгаштырылган, анда интерференциясынын a_1 жана r_1 Фурье-өзгөрмөлөрү жазылат.



5-сүрөт. Т транспаранты жана Q маскасы менен q терезесиин жайланышы.

а) биринчи голограмманы жазууда, $\varphi = 0$.

б) экинчи голограмманы жазууда $\varphi = 90^\circ$.

Экинчи голограмманы жазууда, терезе менен маска z огунун тегерегиндеги x_1y_1 тегиздигинде φ бурчу менен айланат (биздин учурдагы 5б сүрөт $\varphi=90^\circ$, б.а. $N=4$, мында N - бул голограммалардын саны). Бул учурда, биз x_1y_1 тегиздигинде $a_2(x_1, y_1)$ жана $r_2(x_1+b, y_1)$. Биринчи голограмманы жазууда x_1y_1 тегиздигиндеги комплекстүү жарык амплитудасы $t=m=nk\tau d$ болот

$$a_1(x_1, y_1) + r_1(x_1, y_1-b). \quad (13)$$

Жазуу чөйрөсүнөн uv тегиздигинде, комплекстүү толкун амплитудасы төмөнкүгө барабар

$$A_1(u, v) + R_1(u, v) \exp(i2\pi vb), \quad (14)$$

мында $A_1(u, v)$ жана $R_1(u, v)$ -булардын Фурье өзгөрмөсү $a_1(x_1, y_1)$ жана $r_1(x_1, y_1)$.

Интерференциянын сүрөтүнүн интенсивдүүлүгү төмөнкүгө барабар

$$I(u, v) = A_1(u, v) A_1^*(u, v) + R_1(u, v) R_1^*(u, v) + A_1(u, v) R_1^*(u, v) \exp(-i2\pi vb) + A_1^*(u, v) R_1(u, v) \exp(i2\pi vb) \quad (15)$$

Кайра иштетилгенден кийин алынган голограмманын амплитудалык тунуктугу интенсивдүүлүктүн функциясы болуп саналат.

Голографиялык каттоого кадимки шарттар аткарылды деп коёлу.

Бул учурда, объекттин чыныгы образын түзүүгө жооптуу болгон голограммалардын амплитудасынын тунуктугунун компоненти (15) туюнтмасынын үчүнчү бөлүкчөсүнө пропорционалдуу деп божомолдоого болот. Эгерде голограмманы комплекстүү амплитудасы төмөнкүгө барарабар болгон толкун $R_1(u, v) \exp(i2\pi vb)$ менен жарыктандырса, анда uv тегиздигиндеги ушул бөлүкчөгө дал келген толкундун комплекстүү амплитудасы пропорционалдуу болот.

$$E_I(u, v) = R_I(u, v) R_1^*(u, v) A_I(u, v) \quad (16)$$

Комплекстүү толкун амплитудасы $x_2 y_2$ тегиздигиндеги анын тескери Фурье-өзгөрмөсүнө пропорционалдуу:

$$e_I(x_2, y_2) = \iint_{uv} R_1(u, v) R_1^*(u, v) A_1(u, v) \exp[-i2\pi(ux_2 + vy_2)] du dv. \quad (17)$$

Автокорреляция теоремасын колдонуп $R_1(u, v) R_1^*(u, v)$ көбөйтүндүсүн төмөнкүчө жаза алабыз.

$$R_I(u, v) R_1^*(u, v) = \iint_{x_2 y_2} \beta_1(x_2, y_2) \exp[i2\pi(ux_2 + vy_2)] dx_2 dy_2, \quad (18)$$

$$\text{мында } \beta_1(x_2, y_2) = \iint_{xy} r_1^*(x, y) r_1(x + x_2, y + y_2) dx dy. \quad (19)$$

Андан кийин $e_1(x_2, y_2)$ төмөнкү түргө келет

$$e_1(x_2, y_2) = \iint_{uv} \left\{ \iint_{x_2 y_2} \beta_1(x_2, y_2) \exp[i2\pi(x_2 u + y_2 v)] dx_2 dy_2 \iint_{x_2 y_2} a_1(x_2, y_2) \exp[i2\pi(x_2 u + y_2 v)] dx_2 dy_2 \right\} \cdot \exp[-i2\pi(x_2 u + y_2 v)] du dv \quad (20)$$

Чогултуу теоремасын колдонуп, төмөнкүнү алабыз

$$e_1(x_2, y_2) = \iint_{xy} \beta_1(x, y) a_1(x_2 - x, y_2 - y) dx dy \quad (21)$$

Демек, чыгуу тегиздигиндеги толкундун комплекстүү амплитудасы $a_1(x_2, y_2)$ менен ошонун автокорреляция функциясы $r_1(x_2, y_2)$ экөөсүнүн чогултуусу (свертка) болуп саналат. Мындай чогултуу (свертка) чыгуу транспарантынын $a_1(x_2, y_2)$ бурмаланбаган сүрөтүн берет, эгерде $\beta_1(x_2, y_2)$ -дин автокорреляциялык функциясы δ -функциясы болсо. Диффузорду колдонгондо, диффузор аркылуу өткөн жарык ошол эле амплитудадагы, бирок кокус фазадагы сфералык толкундарды таркатуучу чекит булактарынын ансамблин чыгарат деп болжолдоого болот. Бул булактардын ар бирин δ -функциянын жана фаза факторунун көбөйтүндүсү катары көрсөтсө болот: $\delta(\mathbf{x} - \mathbf{x}_m, \mathbf{y} - \mathbf{y}_m) \exp(i\varphi(\mathbf{x}_m, \mathbf{y}_m))$. Фурье-өзгөрүшүнүн q аркылуу өткөн M ансамблинин δ -функцияларынын көрүнүшү төмөнкүдөй:

$$R_1(u, v) = \sum_{m=1}^M \exp[2\pi i(x_m u + y_m v)] \exp[i\varphi(x_m, y_m)] \quad (22)$$

Комплекстүү-бириктирилген туюнтма төмөнкүдөй түрдө болот:

$$R_1^*(u, v) = \sum_{n=1}^M \exp[-2\pi i(x_n u + y_n v)] \exp[-i\varphi(x_n, y_n)] \quad (23)$$

бул жерде

$$R_1(u, v) R_1^*(u, v) = M + \sum_{m=1}^M \sum_{n=1}^M \exp[2\pi i((x_m - x_n)u + (y_m - y_n)v)] \cdot \exp[i(\varphi(x_m, y_m) - \varphi(x_n, y_n))] \quad (24)$$

Бул эле учурда $r_1(x_2, y_2)$ өткөрүүсүнүн автокорреляциясы мындайча сүрөттөлөт:

$$\beta_2(x_2, y_2) = M\delta(x_2, y_2) + \sum_{m=1}^M \sum_{n=1}^M \delta[x_2 - (x_m - x_n), y_2 - (y_m - y_n)] \cdot \exp[i(\varphi(x_m, y_m) - \varphi(x_n, y_n))] \quad (25)$$

Төмөкү (25) туюнтманы колдонуу менен чыгуу тегиздигинде комплекстүү амплитудалардын төмөнкүдөй бөлүштүрүлүшүнө ээ болобуз

$$e_1(x_2, y_2) = M a_1(x_2, y_2) + \sum_{m=1}^M \sum_{n=1}^M a_1[x_2 - (x_m - x_n), y_2 - (y_m - y_n)] \cdot \exp[i(\varphi(x_m, y_m) - \varphi(x_n, y_n))] \quad (26)$$

Мында көрүнүп тургандай, (26) теңдиктин оң жагындагы биринчи мүчөсү M чекиттик булактарынын саны менен сызыктуу көбөйүүсү, бул $a_1(x_2, y_2)$ чыгуу транспарантынын сүрөтү, ал эми кош сумма белгисинин астындагы функция чыгуу транспарантынын сүрөтүнүн айланасындагы фон, M чекиттик булактарынын санынан көзкарандысыз. Эгерде диффузордун тегиздигиндеги нурлануунун интенсивдүүлүгү туруктуу болсо, анда "S" жарык аянтынын көбөйүшү, б.а. M санынын көбөйүшү менен, толкундун комплекстик амплитудасы жана чыгуу тегиздигиндеги сүрөттүн айланасындагы фон да сызыктуу өсөт. Сунушталган ыкмадагы голограммалардын тандалуулугун аныктоо үчүн, экинчи голограмманы окуп жатканда биринчи голограмманы калыбына келтирүү каралат. Бул учурда uv тегиздигиндеги биринчи голограмманын комплекстүү амплитудасынын толкун төмөнкүгө пропорционалдуу болот

$$E_{12}(u, v) = R_1(u, v) R_2^*(u, v) A_{12}(u, v) \exp[-i2\pi b(u + v)] \quad (27)$$

Толкундун комплекстүү амплитудасы $x_2 y_2$ тегиздигиндеги анын тескери Фурье-формасына пропорционалдуу

$$e_{12}(x_2, y_2) = \iint_{u, v} R_1(u, v) R_2^*(u, v) A_{12}(u, v) \exp[-i2\pi b(u + v)] \exp[-i2\pi(u x_2 + v y_2)] du dv \quad (28)$$

Эки функциянын корреляциясы жана сверткасы жөнүндөгү теоремаларды колдонуп, төмөнкүгө ээ болобуз

$$e_{12}(x_2, y_2) = \iint_{x, y} \beta_{12}(x_2, y_2) a_{12}(x_2 - b - x, y_2 - b - y) dx dy \quad (29)$$

$$\text{мында} \quad \beta_{12}(x_2, y_2) = \iint_{u, v} R_1(u, v) R_2^*(u, v) \exp[-i2\pi(x_2 u + y_2 v)] du dv \quad (30)$$

Комплекстүү бириктирилген $r_2(x_2, y_2)$ өткөрүсүнүн Фурье-формасы төмөнкү формага ээ.

$$R_2^*(u, v) = \sum_{n=1}^M \exp[-2\pi i(x_n u + y_n v)] \exp[i\psi(x_n, y_n)] \quad (31)$$

Төмөнкү (17) жана (23) туюнтмаларын колдонуп, $R_1(u, v)R_2^*(u, v)$ көбөйтүндүсүн төмөнкүдөй формада жаза алабыз:

Тогда с учетом соотношения (32) мы можем записать (30) в виде:

$$R_1(u, v)R_2^*(u, v) = \sum_{m=1}^M \sum_{n=1}^M \exp[i2\pi((x_m - x_n)u + (y_m - y_n)v)] \exp[i(\varphi(x_m, y_m) - \psi(x_n, y_n))] \quad (32)$$

Анда (32) туюнтманы эске алып, (30) туюнтманы төмөнкү формада жаза алабыз:

$$\beta_{12}(x_2, y_2) = \sum_{m=1}^M \sum_{n=1}^M \delta[x_2 - (x_m - x_n), y_2 - (y_m - y_n)] \exp[i(\varphi(x_m, y_m) - \psi(x_n, y_n))] \quad (33)$$

Бул учурда экинчи голограмманы калыбына келтирүү учурунда чыгуучу тегиздиктеги биринчи голограмманын толкунунун комплекстүү амплитудасы төмөнкүчө болот:

$$e_{12}(x_2, y_2) = \iint_{xy} \sum_{m=1}^M \sum_{n=1}^M \delta[x - (x_m - x_n), y - (y_m - y_n)] a_{12}(x_2 - b - x, y_2 - b - y) \cdot \exp[i(\varphi(x_m, y_m) - \psi(x_n, y_n))] dx dy \quad (34)$$

Демек, андан кийин

$$e_{12}(x_2, y_2) = \sum_{m=1}^M \sum_{n=1}^M a_{12}(x_2 - (x_m - x_n), y_2 - (y_m - y_n)) \cdot \exp[i(\varphi(x_m, y_m) - \psi(x_n, y_n))] \quad (35)$$

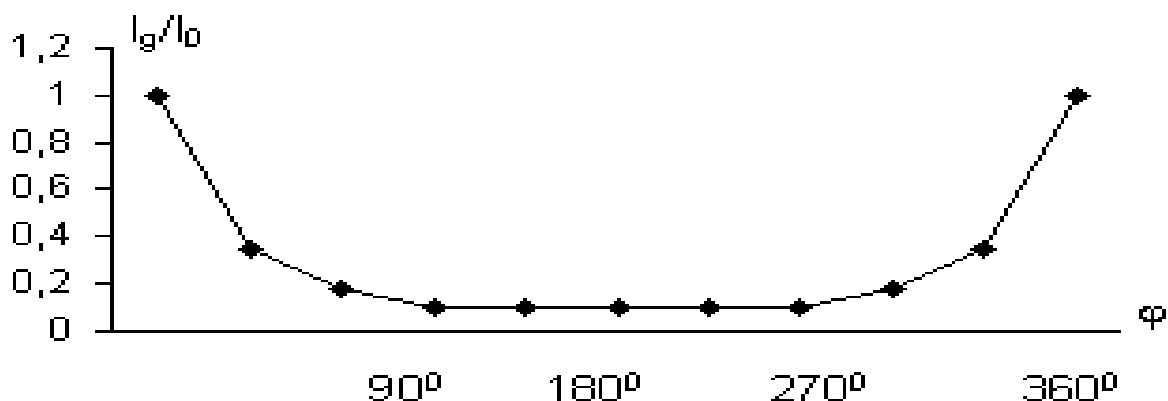
при $x_m - x_n \geq b, y_m - y_n \geq b,$

$$e_{12}(x_2, y_2) = 0 \quad \text{при} \quad x_m - x_n < b, y_m - y_n < b \quad (36)$$

Чыгуу тегиздигинде (35) жана (36) туюнтмаларынан көрүнүп тургандай $x_2 = 0, y_2 = 0$ координаттарынын башталышында биринчи голограмманы калыбына

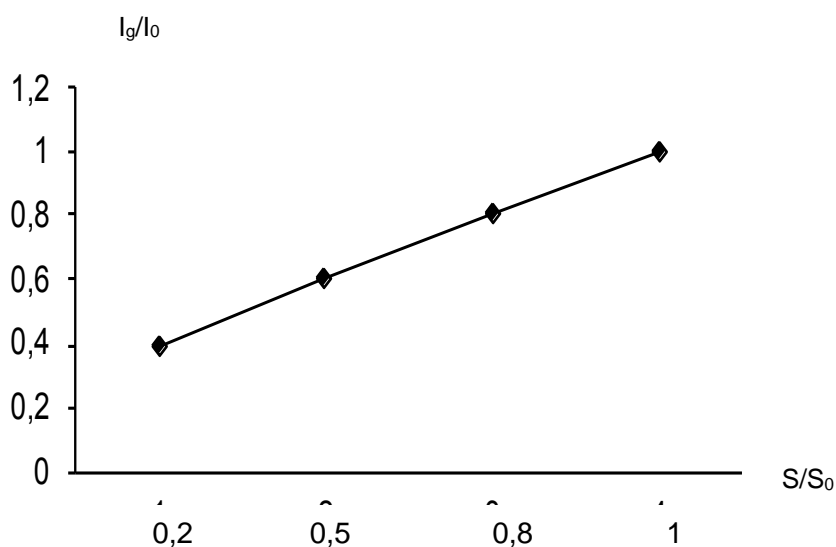
келтирүү болбойт. Ал амплитудасы $\frac{a_{12}}{M^2}$ болгондо, фон сыяктуу, төмөнкү координатанын чекиттеринде $x_2 - (x_m - x_n), (y_2 - (y_m - y_n))$ калыбына келе баштайт, мында $x_m - x_n \geq b, y_m - y_n \geq b$. Бул шарт $x_m - x_n \geq b, y_m - y_n \geq b$ диффуздордун нурландырылган аянтынын “S” өлчөмү b аянтынын маанисине туура келген учурда аткарылат. Терезеси бар масканы колдонуп, объект нурунун айланасындагы шилтеме нурду дискреттүү сканерлеген схеманын тандалмасын эксперименталдык изилдөө учурунда, ар бир шилтеме нуру өзүнүн бөлүштүрүлүшүнө ээ, дифракцияланган талаанын интенсивдүүлүгүнүн катталган шилтеме жана окуу толкундарынын түзүмдөрүнүн мейкиндиктеги дал келбестигине көз карандылыгын өлчөө жолу менен жүргүзүлдү. Бул учурда түзүмдөрдүн шайкеш келбестиги Z огунун айланасындагы терезе менен

масканы айлантишынан келип чыгат. Келтирилген 6-сүрөттө дифракцияланган толкундун нормаланган интенсивдүүлүгүнүн Z огунун айланасында терезеси бар масканын айлануу бурчуна φ көз карандылыгы көрсөтүлгөн.



6-сүрөт. Дифракцияланган нурлануунун I_g/I_0 нормалдашкан интенсивдүүлүгүнүн Z огунун айланасындагы терезеси бар масканы айлануу бурчуна φ көз каранды

Ошондой эле диффуздордун талаасынын интенсивдүүлүгүнүн диффуздордун нурландырылган "S" аянтынан көз карандылыгы да өлчөнгөн, өлчөөдө диффуздордун тегиздигиндеги интенсивдүүлүк туруктуу. Бул учурда, жарыктандырылган "S" аянты канчалык чоң болсо, чыгуудагы сүрөт ошончолук жарык болот. Келтирилген 7-сүрөттө диффуздордон өткөн нурлануунун нормалдашкан интенсивдүүлүгүнүн диффуздордун "S" нормалдаштырылган жарыктандырылган аймагынан көз карандылыгы көрсөтүлгөн

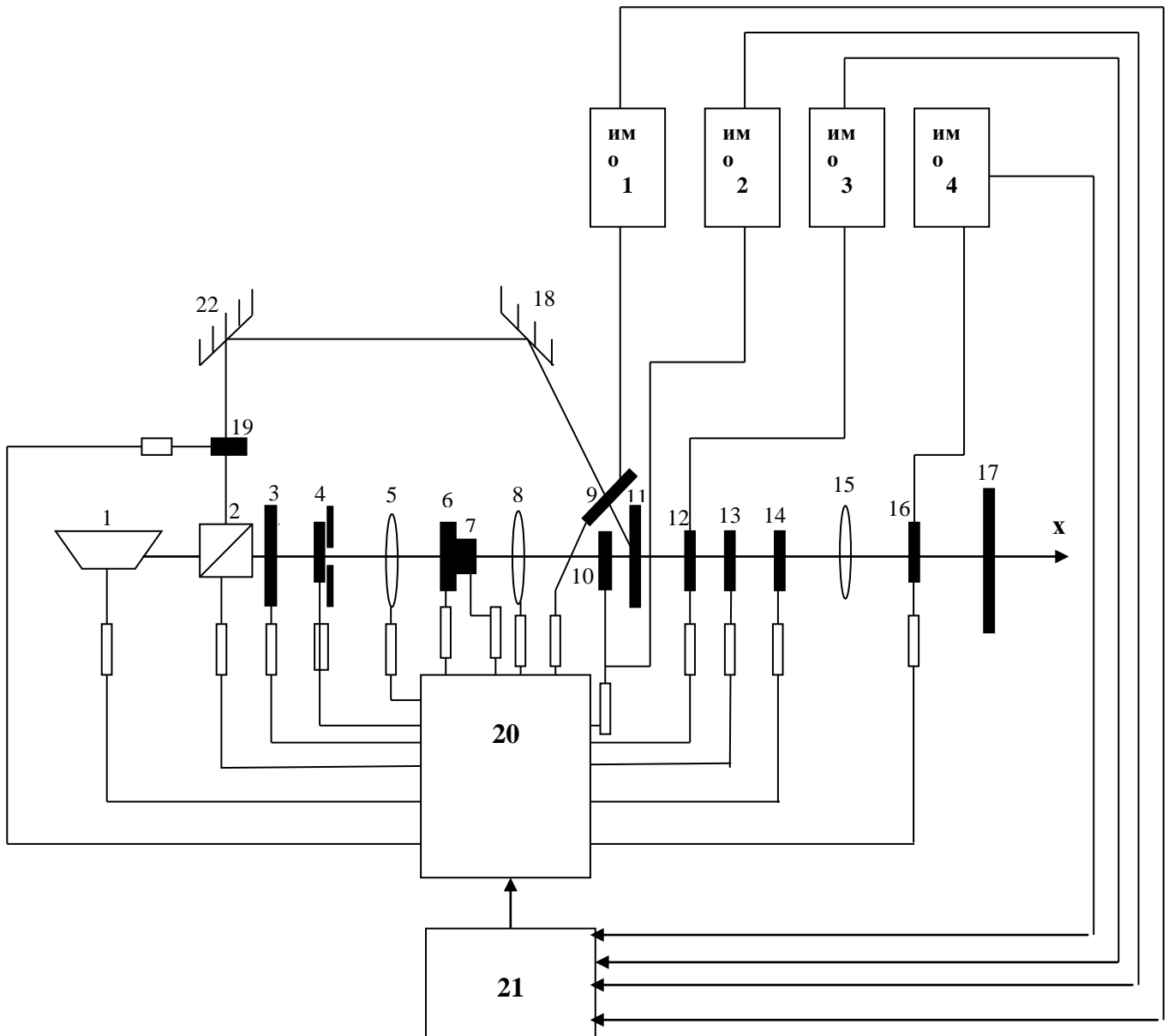


7-сүрөт. Диффуздордон өткөн нурлануунун нормалдашкан интенсивдүүлүгүнүн I_g/I_0 диффуздордун нормаланган жарыктандырылган S/S_0 аянтынан көз карандылыгы.

Жыйынтыктап айтканда, автоматташтырылган мультиплекстөөнүн технологиясы эч бир өзгөрүүсүз жалгыз тзъльш менен ишке аша берет. Бул учурда, голограммалардын жарым-жартылай кайчылашуу ыктымалдуулугу нөлгө барабар; бир катар голограммаларды жазуу процессинде диффузордук жарыктын геометриясы өзгөрүүсүз калат; Жазуу чөйрөсүнүн калың болушу шарт эмес, голограмманы мультиплекстөө жука жазуу каражаттары менен жүргүзүлүшү мүмкүн. Андан тышкары, жазуу схемасы жөнөкөй жана ишенимдүү

Төртүнчү бөлүмдө автоматташтырылган жазуу ыкмасынын жана Фурье-голограммаларын спекл-талаа талаасында мультиплекстөөнүн автоматташтырылган технологиясы келтирилген. Голограммаларды жазуунун жана калыбына келтирүүнүн сапатын жогорулатуу үчүн, төмөнкү ылдамдыкта жазуунун салттуу ыкмасынын кемчиликтерин четтетүү үчүн универсалдуу автоматташтырылган жаздыруучу түзүлүш сунушталат жана реалдуу убакытта голограмманын сапатын контролдоо мүмкүнчүлүгү менен голограммаларды жана Фурье голограммаларын спекл- талаасында мультиплекстөөнүн автоматташтырылган технологиясын жүргүзүү, ошондой эле белгиленген процесстерди токтотуу да компьютердеги программанын жардамы менен аткарылат. Автоматташтырылган тзъльштн структуралык схемасы 8-сүрөттө көрсөтүлгөн. Түзмөк төмөнкү бөлүмдөрдөн турат: компьютер-21- LPT портунан санариптик блокко контролдук сигналдарды берүүгө жана нурлардын сыйымдуулугун өлчөөчү түзмөктөрдөн келген маалыматтарды иштеп чыгууга арналган; санарип блок-20- түзмөктүн бардык бөлүмдөрүн башкарат; жарык булагы катары лазер-1 LGN-503 (Ar^+ , $\lambda = 488 \text{ нм}$), 1 Вт чейин туруктуу нурлануу кубатыр берет; нур бөлүчү-2-жарык нурун эквиваленттүү эки компонентке бөлүү үчүн колдонулат; диффузор-диафрагма-3, диффузор жарык нурунун мейкиндиктик модуляциясы үчүн кызмат кылат. Диафрагма толкундун диаметрин чектөөгө кызмат кылат; терезе менен маска-4 - транспаранттын жана шилтеме нурларын өткөрүп берүү үчүн кызмат кылат; электромагниттик үзгүлтүкө учуратуучулар-5 жана 19 – лазердин нурун үзгүлтүккө учуратууга кызмат кылат; линзалар - 6,8,15 жарык нурларын туура багытка багыттоо үчүн колдонулат. Транспарант-7 - жазуу чөйрөсүндө жазылуучу маалымат; ИМО -9,10,12,16 өлчөөчү түзүлүштөр нурдун интенсивдүүлүгүн өлчөө үчүн колдонулат; жазуу каражаты-11 маалыматты жазуу үчүн колдонулат; ызы-чууну өлчөө үчүн колдонулуучу маска-13; сигналды өлчөө үчүн колдонулуучу маска-14; экран-17 транспаранттын калыбына келтирилген сүрөтүн байкоо үчүн колдонулат; күзгүлөр-18,22 жарык агымын чагылдыруу үчүн колдонулат. Спекл-талаанын негизинде жазылуучу Фурье-голограммалары тн автоматташтырылган жазуу ыкмасы жана мультипликациялоонун автоматташтырылган технологиясы үчүн параллель

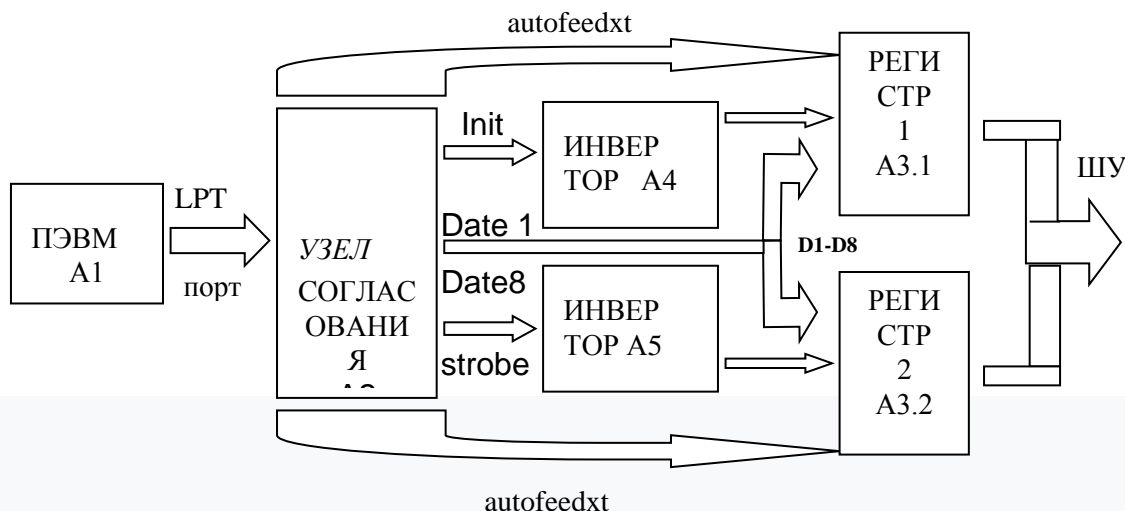
маалымат чыгуучу санариптик блок иштелип чыккан. Компьютер менен өз ара аракеттенүүдө санариптик блоктун блок-схемасы 9-сүрөттө келтирилген жана төмөнкү блоктордон турат: А1 - компьютер, А2 – шайкеш келтирүүчү туйун, А3 - регистрлер, А4, А5 - инверторлор.



8-сүрөт. Автоматташтырылган түрдө жазуу жана калыбына келтирүү системасы жана Фурье голограммаларын спектр-талаасынын негизинде мультиплекстөө: 1-лазер; 2- нур чачыратуучу; 3 - диафрагмасы бар диффузор; 6 – терезеси бар маска; 3 жана 19 – электромагниттин негизинде үзгүлтүкө алып келүүчүлөр; 5,8 жана 15 - линзалар; 7 - транспарант; 9,10,12 жана 16 оптикалык нурлардын кубаттуулугун эсептегичтер; 11 - жазуу чөйрөсү; 13 - чууну өлчөөчү маска; 17 - экран; 14 - сигналды өлчөөчү маска; 18 жана 22 - күзгүлөр; 20 - санариптик блок; 21 - компьютер.

Компьютер санариптик блоктун программалык башкарууну контролдук сигналдарды иштеп чыгуу аркылуу жүзөгө ашырат. Ошол эле учурда, компьютер LPT порту аркылуу санариптик блок менен иштешет, ал төмөнкү

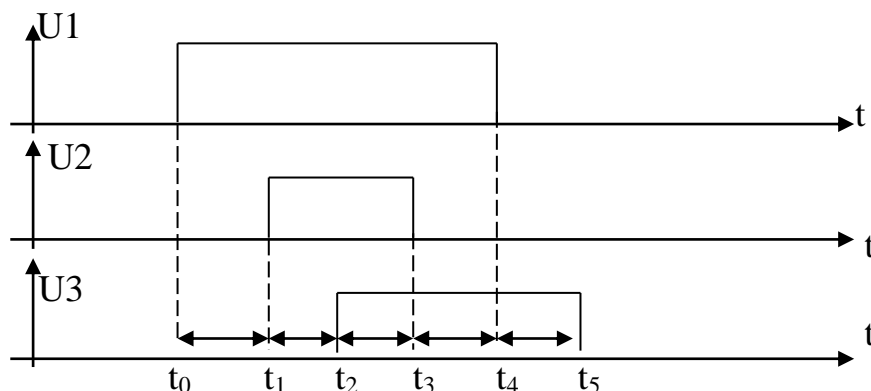
сигнал линияларын колдонот: Date1-Date8 маалымат сигналдары, жана ошондой эле сигналдар "#strobe", "#Init" жана "Autofeexdt".



9-сүр. Башкаруу шайманынын блок-схемасы

Компьютердин LPT портунун чыгуусу дал келген түйүндүн кирбасын туташтырылат. Дал келген блок иштелип чыккан санариптик блоктун кирүүсү менен компьютердин LPT портунун жалпы коллектору менен схемаларды шайкеш келтирүү үчүн иштелип чыккан. Бул LPT порттун буфердик регистринин сигналдык чыгууларынын ар бирине кошумча азыктандыруу киргизүү аркылуу жетишилет. Дал келтирбашы блоктун чыгуусунан чыккан "#strobe" жана "#Init" сигналдары инверторлор аркылуу параллель регистрдин иштешине уруксат бербашы кирбасын кошумчат. Инверторлор "#strobe" жана "#Init" сигналдарын логикалык туура мааниге жеткирүү үчүн колдонулган. Бул чечим программанын ылдамдыгын жогорулатуу үчүн кабыл алынды. Дал келген блоктун чыгуусунан чыккан Date1-Date8 маалымат сигналдары регистрдин маалыматтык кирбасын келет. Дал келген блоктун чыгуусундагы "Autofeexdt" сигналы регистринин "ERD" кирүүсүнө келет. Эгерде "ERD" киргизүүсү сигналдын төмөнкү деңгээлин кабыл алса, анда регистрди жүктөөгө жана окууга уруксат берилет, ал эми "ERD" киргизүүсүн жогорку сигнал кабыл алынса, жүктөөгө уруксат берилет, бирок чыгууларда сигнал болбойт б.а. регистр "Z" абалында болот. Жалпысынан алганда, санариптик блок, компьютер менен өз ара аракеттенишип, төмөнкүдөй иштейт: адегенде, маалыматтар LPT портто берилип, андан кийин алар перифериялык тзгылыш менен сигналдын деңгээлдери тегизделип, андан кийин маалыматтар дал келген блоктун чыгышына берилет. Дал келген түйүндүн чыгышынан каттоо үчүн маалыматтар регистрдин маалыматтык кирбасын берилет. Такт сигналынын алдыңкы чети келгенде маалымат регистрдин параллель

кирүүсүнө жазылат. Бул түзмөктүн иштешин көрсөткөн убакыт диаграммалары 9-сүрөттө көрсөтүлгөн.



10-сүрөт. Убакыт диаграммалары

Убакыт диаграммасы мисал катары санариптик блоктун үч чыгаруусунун негизинде көрсөтүлгөн. Убакыт диаграммасынан көрүнүп тургандай t_0 убагында, регистрдин чыгууларынын бири иштей баштайт, убакыт t_1 де, экинчиси чыгуусу иштей баштайт, ал эми t_2 де үчүнчү чыгуусу иштей баштайт. Убакыт диаграммасынан көрүнүп тургандай t_3 убактысы келгенде экинчи чыгуу өз ишин аяктап, 1 жана 3 чыгуулар иштей берет. Ал эми t_4 убактысы келгенде биринчи чыгуу өз ишин аяктайт ал эми, ал эми үчүнчү чыгуу дагы эле иштей берет. Ал эми t_5 убактысы келгенден, үчүнчү чыгуу да өз ишин аяктайт. Контролдоо программалык камсыздоо тарабынан жүргүзүлгөндүктөн, бул түзмөктүн убакыт диаграммалары программага көз каранды.

Төртүнчү бөлүмдө автоматташтырылган жазуу жана окуу ыкмасынын блок-схемасы жана голограммаларды мультиплекстөө технологиясы көрсөтүлүп сапатын көзөмөлдөө мүмкүнчүлүгүн реалдуу убакытта көрүп турса болот.

Сунушталган автоматташтырылган система бул процесстерди компьютерден берилген программа боюнча ийкемдүү башкарууга мүмкүндүк берет.

Иштелип чыккан түзмөктү ар кандай түрдөгү голографиялык маалыматтарды жазуу жана окуу процесстерин көзөмөлдөө үчүн колдонсо болот, ал эми башкаруу шайманы өтө ийкемдүү жана жогорку ишенимдүүлүккө ээ.

Иштин негизги жыйынтыктары

1. Голограмманын аянтын натыйжалуу пайдаланууга мүмкүндүк берген аналитикалык туюнтмалар алынды.
2. Математикалык модель жана автоматташтырылган оптикалык жазуу схемасы спекл-талаа ыкмасын колдонуп алдыңкы барактардан жогорку сапаттагы Фурье-голограммаларын алууга мүмкүндүк берет.
3. Компьютердик технологияны колдонуп, шилтеме нуру объект нурунун айланасында айланып турганда жарык спекл-талааларынын автокорреляциялык функциясынын касиеттерин колдонуп, Фурье голограммаларын мультиплекстөөнүн математикалык модели жана автоматташтырылган технологиясы алынган.
4. Голографиялык продукцияны өндүрүү үчүн эксперименталдык орнотууну автоматташтырылган башкаруу тутуму иштелип чыккан, бул реалдуу убакытта голограмманын сапатын көзөмөлдөө мүмкүнчүлүгү менен маалыматты жазууга жана окууга мүмкүндүк берет,
5. Эксперименталдык орнотуунун автоматташтырылган башкаруу тутумун ийкемдүү реструктуризациялоо программасы сунуш кылынат, бул голографиялык продукцияны өндүрүүнүн технологиялык процесстерин калыбына келтирүүнү жана алардын сапатын жогорулатууну жеңилдетет;
6. Перифериялык шаймандардын ишин контролдоо үчүн параллель маалымат чыгаруучу санариптик блок иштелип чыккан.

ЖАРЫК КӨРГӨН ИШТЕРДИН ТИЗМЕСИ

1. Батырканов Ж. И. Управление лазерным лучом в голографических устройствах [текст]/ Ж. И. Батырканов, Ж. А. Абакирова, М.Т.Ниязалиев, А.Т.Токонов // Труды международного семинара «Голография и оптическая обработка информации». Бишкек, 1997.-С.105-107
2. Батырканов Ж. И. Цифровая подсистема управления тиристорным регулятором напряжения. [текст]/ Ж. И. Батырканов, Т. К. Эстебесов, Н. С. Асылбеков, А.Т. Токонов //Вестник КГНУ Серия естественно-технические науки. Выпуск 1. Бишкек, 1997.-С.83-87
3. Батырканов Ж. И. Система автоматического управления мощностью по заданной программе [текст]/ Ж. И. Батырканов, А.Т. Токонов // Сборник трудов международной научной конференции «Традиции и новации в культуре университетского образования» часть II. Бишкек, 1998.-С.197-200
4. Жумалиев К. М. Особенности мультиплексирования голограмм в трехмерных фазовых фотополимеризующихся носителях [текст]/ К.М. Жумалиев, А. А. Сагымбаев, И. А. Акказиев, Ж. А. Абакирова, А.Т. Токонов, А. М. Аданбаев //Материалы международной научной конференции «Технологии и перспективы современного инженерного образования, науки и производства», посвященный 45-летию организации ФПИ-КТУ. Бишкек, 1999. С.-66-71
5. Жумалиев К. М. Самоусиление голограмм в объемной регистрирующей среде фирмы GU PONT [текст] / К.М. Жумалиев, А. А. Сагымбаев, И. А. Акказиев, А.Т. Токонов, К. А. Сагымбаева, С.Ы. Алтыбаев // Материалы международной научной конференции «Технологии и перспективы современного инженерного образования, науки и производства», посвященный 45-летию организации ФПИ-КТУ. Бишкек, 1999. С.-71-77
6. Батырканов Ж. И. Синтез законов управления на основе принципа компенсации [текст]/ Ж. И. Батырканов, А.Т. Токонов // Вестник КТУ 1999 №1(6) секция технические науки. Выпуск 1. Бишкек, 1999. С.-26-33
7. Токонов А. Т. Способ страничной спекловой записи матрицы мультиплексных голограмм [текст]/ А. Т. Токонов //Наука и новые технологии №4. Бишкек, 2000.-С.91-93
8. Сагымбаев А.А. Особенности записи спекл-голограмм при сенсibilизации регистрирующей среды[текст]/ А.А. Сагымбаев, И. А. Акказиев, А.Т. Токонов, А.М. Аданбаев// Проблемы управления и информатики. Доклады международной конференции. Бишкек, 2000.-С. 213-217
9. Акказиев И. А. Анализ информационных характеристик и элементной базы голографических запоминающих устройств [текст]/ И. А. Акказиев, А.А.Сагымбаев, А. Т. Токонов, Б.М. Асанакунов //Проблемы автоматики и управления: научно-технический журнал/НАН КР. Бишкек, 2000.-С.202-210
10. Токонов А.Т. Универсальное устройство управления процессами записи и восстановления голограмм на основе компьютера IBM-PC [текст]/ А.Т. Токонов, А. А. Турдалиева// Телекоммуникационные и вычислительные

- системы: состояние и перспектив развития. Материалы международной конференции, посвященной 20-летию кафедры ЭВМ КТУ-ФПИ и 25-летию лаборатории «Оптоэлектроника» академика А.А. Акаева. Бишкек, 2002. С. 31-36
- 11.Токонов А.Т. Автоматизация и управление технологическими процессами в голографических установок// Телекоммуникационные и вычислительные системы: состояние и перспектив развития/ Материалы Международной конференции, посвященной 20-летию кафедры ЭВМ КТУ-ФПИ и 25-летию научной лаборатории «оптоэлектроника» академика А.А. Акаева, Бишкек,2002.- С. 327-332.
 - 12.Бримкулов У.Н. Спекл-волновой метод записи Фурье-голограмм[текст]/ У.Н. Бримкулов, А.Т. Токонов, //Радиотехника Всеукраинский межведомственный научно-технический сборник. Выпуск136. Харьков, 2004. С. 167-171
 - 13.Токонов А.Т. Автоматизированный способ записи Фурье-голограмм с использованием пространственно-модулированных световых волн[текст]/ А.Т. Токонов Б.Т., Каримов Н.М., Аспердиева / / Известия КГТУ им И. Раззакова, №4. Бишкек 2018. -С.176-186
 14. Токонов А.Т. Сравнительный анализ способов записи Фурье-голограмм[текст]/ А.Т. Токонов, Н.М., Аспердиева // Известия КГТУ им И. Раззакова, №1(49). Бишкек, 2019. – С.200-205
 - 15.Токонов А.Т., Разработка автоматизированного способа записи мультиплексированных спекл-голограмм [текст]/ А.Т. Токонов, У. Н., Бримкулов // Евразийский Союз Ученных (ЕСУ), Ежемесячный научный журнал№ 5 (62) /1 часть. Москва, 2019. -С. 65-68
 - 16.Токонов А.Т., Разработка автоматизированного способа измерения информационных характеристик Фурье-голограмм спекл-полем. [текст]/ Токонов А.Т., / Бримкулов У.Н., Аспердиева Н.М., / Известия КГТУ им И. Раззакова, №2 (50) часть 1, 2019, Бишкек, – С.-148-157
 - 17.Токонов А.Т. Разработка цифрового блока для способа автоматизированной записи восстановления Фурье-голограмм спекл-полем. [текст]/ Токонов А.Т., Аспердиева Н.М., // научный и информационный журнал МУИТ, №2. Бишкек, 2019.-С.40-43
 - 18.Токонов А.Т., Разработка автоматизированной системы управление в голографических установках. [текст] / Токонов А.Т Бримкулов У.Н., Акиналы кызы Сабина // Национальная Ассоциация Ученых (НАУ), № 46 / 1 часть. Екатеринбург. 2019. – С. 31-35
 - 19.Токонов А.Т. Разработка автоматизированного способа восстановления мультиплексированных спекл-голограмм. [текст] / Токонов А.Т. // Евразийский Союз Учебных (ЕСУ), Ежемесячный научный журнал№ 6 (63) /2 часть. Москва, 2019.- С. 64-68.
 - 20.Токонов А.Т. Разработка автоматизированного способа исследование селективности спекл-голограмм записанных спекловыми опорными

волнами[текст]/ Токонов А.Т. // Евразийский Союз Ученных (ЕСУ), № 7 (64) / 6 часть. Москва, 2019.-С.18-21

Авторский свидетельство

- 21.Свидетельство о Государственной регистрации программы для ЭВМ №621
Программа автоматизированного способа записи и восстановления Фурье-голограмм спекл-полем. Кыргызская Республика [текст] / А.Т.Токонов. Бишкек, 2020.- С.1-3

РЕЗЮМЕ

Илимий изилдөөлөрдө эсептөө техникаларын, математикалык ыкмаларды жана математикалык моделдөөнү (илим тармактары боюнча)-05.13.16 адистиги боюнча техника илимдеринин кандидаты илимий даражасына изденүүчү

Токонов Акиналы Тургуналиевичтин «Фурье-голограммаларды спекл-талаа менен жазуунун автоматташтырылган ыкмасын жана автоматташтырылган мультиплекстөө технологиясын иштеп чыгуу» аталыштагы диссертациянын

Кыскача мазмуну

Негизги сөздөр: спекл-талаасы, Фурье-голограммасы, Фурье - голограммасын жазуунун автоматташтырылган ыкмасы, голограммаларды мультиплекстөөнүн автоматташтырылган технологиясы, автокорреляциялык функция, башкаруу алгоритми.

Изилдөөнүн объектиси: Фурье голограммасын спекл-талаасы боюнча жазуунун автоматташтырылган ыкмалары.

Изилдөөнүн максаты: Фурье - голограммалардын автоматташтырылган жазуу ыкмасын жана мультиплекстөөнүн автоматташтырылган технологиясын спекл-талаасынын негизинде иштеп чыгуу;

Изилдөөнүн ыкмалары: Алдыга коюлган маселелерди чечүүдө Фурье голограммасынын жазуу ыкмалары, математикалык анализдөө методдору жана компьютердик технологиялар колдонулган.

Иштин негизги натыйжалары: математикалык модель иштелип чыккан жана Фурье-голограммасын жазуунун автоматташтырылган ыкмасынын структуралык схемасы сунушталган бул схема жазуу чөйрөсүндө маалыматтык жарык толкунунун интенсивдүүлүгүн бирдей бөлүштүрүүгө мүмкүндүк берет; Математикалык модель иштелип чыккан жана шилтеме нуру объект нурунун айланасында айланганда жарык спекл- талааларынын автокорреляциялык функциясынын касиеттерин колдонуп, Фурье голограммасын жазуунун автоматташтырылган технологиясы сунушталган;

Изилдөөнүн натыйжаларын колдонуу: Изилдөөнүн натыйжалары "Оптикалык-электрондук сигналдарды иштеп чыгуу" курсу боюнча лабораториялык базаны түзүүдө, ошондой эле И. Раззаков атындагы КМТУнун окуу процессинин лекциялык курстарында колдонулган.

Колдонуу тармагы: Изилдөөнүн натыйжаларын Фурье-голограммасын спекл-талаасынын негизинде автоматташтырылган жазуу ыкмаларын жана мультиплекстөөнүн автоматташтырылган технологиясын иштеп чыгууда колдонсо болот.

РЕЗЮМЕ

диссертации Токонова Акиналы Тургуналиевича на тему **“Разработка автоматизированного способа записи и автоматизированной технологии мультиплексирования Фурье-голограмм спекл-полем”** на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.16 Применение вычислительной техники, математического моделирования и математических методов в научных исследованиях (по отраслям наук).

Ключевые слова: спекл-поле, Фурье-голограмма, автоматизированный способ записи Фурье-голограмм, автоматизированная технология мультиплексирования голограмм, автокорреляционная функция, алгоритм управления.

Объект исследования: автоматизированные способы записи Фурье-голограмм спекл-полем.

Цель исследования: разработка автоматизированного способа записи и автоматизированной технологии мультиплексирования Фурье – голограмм с использованием спекл-волн;

Методы исследования: при решении поставленных задач применялись методы записи Фурье-голограмм, методы математического анализа и компьютерные технологии.

Основные результаты работы и их новизна: разработана математическая модель и предложена структурная схема автоматизированного способа записи Фурье – голограмм спекл – полем, позволяющие достигать однородного распределения интенсивности информационной световой волны в регистрирующей среде; Разработана математическая модель и предложена автоматизированная технология записи наложенных Фурье-голограмм, использующая свойства автокорреляционной функции световых спекл-полей при вращении опорного пучка вокруг предметного пучка;

Использование результатов исследований: Результаты исследований использовались при создании лабораторной базы по курсу «Обработка опτικο-электронных сигналов», а также в лекционных курсах учебного процесса в КГТУ им. И. Раззакова.

Область применения: результаты исследований могут использоваться при проектировании автоматизированных способов записи и автоматизированной технологии мультиплексирования Фурье-голограмм спекл-полем.

RESUME

of Tokonov Akinaly on the theme:

“Development of an automated recording method and automated technology for multiplexing Fourier holograms with a speckle field” *for the candidate of technical sciences degree in the specialty 05.13.06-the use of computer technology, mathematical modeling and mathematical methods in scientific research (by industry)*

Keywords: speckle field, Fourier hologram, automated method for recording Fourier holograms, automated technology for multiplexing holograms, autocorrelation function, control algorithm.

Object of the study: automated methods for recording Fourier holograms by speckle field.

The purpose of the research: development of an automated recording method and automated technology for multiplexing Fourier - holograms using speckle waves;

Research methods: When solving the set tasks, methods of recording Fourier holograms, methods of mathematical analysis and computer technology were used.

The main results of the work and their novelty: a mathematical model has been developed and a structural diagram of an automated method for recording Fourier - speckle holograms - by a field has been proposed, allowing to achieve a uniform distribution of the intensity of the information light wave in the recording medium; A mathematical model has been developed and an automated technology for recording superimposed Fourier holograms has been proposed, using the properties of the autocorrelation function of light speckle fields when the reference beam rotates around the object beam;

Using the results of the study: The research results were used to create a laboratory base for the course "Processing of optical-electronic signals", as well as in lecture courses of the educational process at KSTU named after I. Razzakov.

Scope: the research results can be used in the designing of automated recording methods and automated technology for multiplexing Fourier holograms with a speckle field.