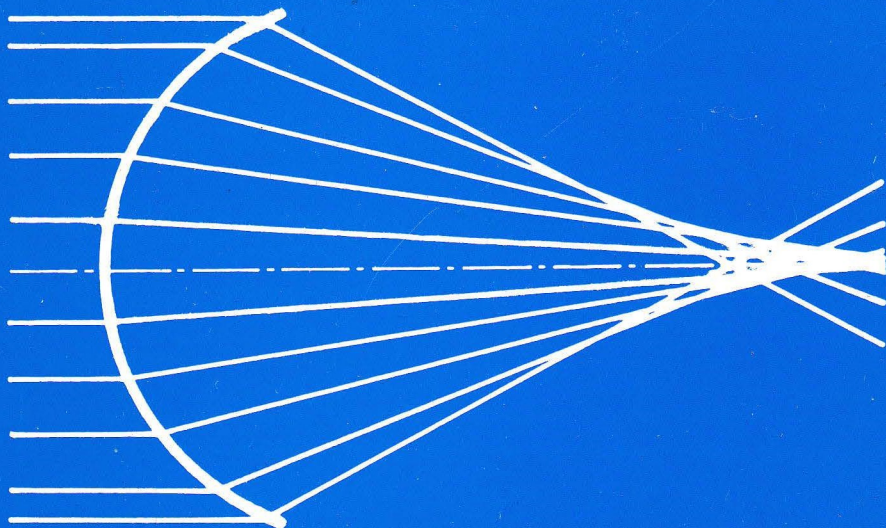


MAŠINSKI FAKULTET
UNIVERZITET U NIŠU

DR HEINZ HAFERKORN
DR NENAD PAVLOVIĆ

TEHNIČKA OPTIKA



NIŠ, 1989.

MAŠINSKI FAKULTET
UNIVERZITET U NIŠU

DR HEINZ HAFERKORN
DR NENAD PAVLOVIĆ

TEHNIČKA OPTIKA

NIŠ, 1989.

CIP - Каталогизација у публикацији
Народна Библиотека Србије, Београд

535(075.8)

ХАФЕРКОРН, Хајнц

Tehnička optika / Heinz haferkorn, Nenad
Pavlović. - Niš : Mašinski fakultet
Univerziteta, 1989 (Bor : Bakar). - 243 str.
: graf. prikazi ; 24 cm

Tiraž 300. - Bibliografija: str. [244].

1. Павловић, Ненад
681.72/.75(075.8)

a) Оптика b) Оптички инструменти
ID=30574604

Dr Heinz Haferkorn
Dr Nenad Pavlović

TEHNIČKA OPTIKA

Stručna recenzija:
V. prof. Života Tasić, dipl. ing.

Izdavač:
Mašinski fakultet
Univerziteta u Nišu

Tiraž: 300 primeraka

Štampa: Štamparija „Bakar“ - Bor

P R E D G O V O R

Osnivanjem poslediplomskih studija iz oblasti PRECIZNOG MAŠINSTVA 1973. godine stvoreni su po prvi put na jednom od Mašinskih fakulteta u SFRJ uslovi za detaljnije izučavanje oblasti mašinstva koja se u svetu predaje, istražuje i razvija pod nazivima Feingerätetechnik, Feinwerktechnik, Точное приборостроение, Precision engineering. Osnivanje ovog smera na poslediplomskim studijama predstavlja istovremeno i početak plodne saradnje u ovoj oblasti Mašinskog fakulteta u Nišu i Sektion Gerätetechnik TH Ilmenau iz DDR-a. Jedan od rezultata navedene saradnje je i ovaj udžbenik koji sadrži predviđjeni nastavni program za studente ovog smera na Mašinskom fakultetu kao i osnovu za praćenje kursa *Tehničke optike* na poslediplomskim studijama.

Razvoj i tehnika izrade finih aparata i uređaja predstavlja interdisciplinarnu oblast koja bazira pre svega na preciznoj mehanici, elektrotehnici i elektronici, optici i mikroračunarskoj tehnici mada primenjuje i principe ostalih disciplina fizike. U medjusobnoj sprezi s drugim fizičkim principima, optički se koriste kako za ostvarivanje nekih pomoćnih (osvetljavanje, jednostavna očitavanja) tako i za ostvarivanje osnovnih funkcija aparata i uređaja.

Razvoj optike dobija poslednjih godina nove impulse stalno rastućim zahtevima primene, korišćenjem računara, realizovanjem novih fizičkih principa, primenom novih materijala, tehnologija i principa konstruisanja. Prodor optičkih principa u oblast elektronike (optoelektronika), komunikacione tehnike i obrade podataka (optičke memorije) donosi sa sobom novi aspekt prilagodjenja

optičkih sistema na elektronske i optoelektronske ugradne elemente.

Zadatak ovog udžbenika je da osveži i dopuni osnovna znanja iz optike, da dâ polaznu osnovu za dalji rad u svakoj od posebnih oblasti optike kao i da podstakne primenjena istraživanja pri realizovanju odgovarajućih funkcija u aparatima i uređajima. Izložena materija ilustrovan je i odabranim primerima ispitnih zadataka. Prostor koji nam je stajao na raspolaganju dozvolio je samo ograničeno predstavljanje optičkih instrumenata, ali ne i tako atraktivnih oblasti kao što su sinteza optičkih sistema, optička merna tehnika, izvori i prijemnici zračenja, spektroskopija, holografija, nelinearna optika, fizika lasera.

Autori se zahvaljuju recenzentu prof.dr Ž.Tasiću, dipl.ing. na korisnim savetima i sugestijama.

A u t o r i

Niš, januara 1989.

1. UVOD	1
1.1. Vidljiva svetlost	1
1.2. Elektromagnetski spektar	4
1.3. Zadatak i podela optike	5
2. FIZIČKE OSNOVE	7
2.1. Svetlosni talasi i zraci	7
2.1.1. Elektromagnetski talasi	7
2.1.2. Talasni front	8
2.1.3. Huygens-ov princip i difrakcija svetlosti	9
2.1.4. Svetlosni zraci. Geometrijska optika	12
2.1.5. Brzina prostiranja svetlosti. Apsolutni indeks prelamanja	15
2.1.6. Fermat-ov princip ekstremuma vremena	16
2.2. Odbijanje i prelamanje svetlosti na ravnim površinama	19
2.2.1. Zakon prelamanja svetlosti kroz ravnu gr.površinu	19
2.2.1.1. Trigonometrijska formulacija zakona prelamanja svetlosti	19
2.2.1.2. Izvodjenje zakona prelamanja svetlosti primenom Fermat-ovog principa	22
2.2.1.3. Određivanje pravca prelomljenog zraka grafičkim putem	23
2.2.1.4. Vektorska formulacija zakona prelamanja svetlosti	25
2.2.2. Zakon odbijanja svetlosti	29
2.2.2.1. Geometrijska formulacija zakona odbijanja svetlosti	29
2.2.2.2. Vektorska formulacija zakona odbijanja svetlosti	29
2.2.3. Totalna unutrašnja refleksija	30

2.2.4.	Funkcionalni elementi za skretanje svetlosnog snopa	32
2.2.4.1.	Ravna ogledala	32
2.2.4.2.	Planparalelna ploča	35
2.2.4.3.	Ravna ogledala u obliku ploča	36
2.2.4.4.	Refleksione prizme	37
2.2.5.	Funkcionalni elementi za vodjenje svetlosti	44
2.2.5.1.	Optički kablovi	44
2.3.	Polarizacija svetlosti	50
2.3.1.	Fresnel-ove formule	51
2.3.2.	Refleksiona sposobnost	53
2.3.3.	Polarizacija svetlosti odbijanjem i polarizatori	56
2.3.4.	Stepen polarizacije	59
2.3.5.	Odbijanje i prelamanje linearno polarizovane svetlosti	60
2.4.	Interferencija svetlosti	61
2.4.1.	Interferencija na tankom providnom sloju	63
2.4.2.	Interferencija na planparalelnoj ploči	66
2.4.2.1.	Amplitude talasa odbijene i propuštene svetl.	67
2.4.2.2.	Fazne razlike talasa odbijene i propuštene svetlosti	69
2.4.2.3.	Intenziteti odbijene i propuštene svetlosti	71
2.4.3.	Promena refleksione sposobnosti graničnih površina	73
2.4.3.1.	Neodbijajući slojevi	73
2.4.3.2.	Povećanje refleksione sposobnosti	78
2.5.	Apsorpcija i dispersija svetlosti	80
2.5.1.	Apsorpcija svetlosti	80
2.5.1.1.	Stepen čiste transmitancije	80
2.5.1.2.	Stepen transmitancije	82
2.5.1.3.	Refleksija metala	83
2.5.2.	Dispersija svetlosti	85
2.5.2.1.	Normalna i anomalna dispersija	86
2.5.2.2.	Odredjivanje vrednosti indeksa prelamanja	87
2.5.2.3.	Skala talasnih dužina	87
2.5.3.	Optički materijali	88
2.5.3.1.	Optičko staklo	88

2,5.3.2.	Optički kristali	93
2,5.3.3.	Plastične mase kao optički materijal	93
3.	OPTIČKO PRESLIKAVANJE	97
3,1.	Karakteristike preslikavanja u geometrijskoj optici	98
3.1.1.	Idealno preslikavanje	99
3.1.2.	Ostvarljivo preslikavanje	102
3,2.	Funkcionalni elementi za optičko preslikavanje	103
3.2.1.	Funkcionalni elementi	103
3.2.2.	Prelamanje svetlosti kroz sfernu površinu	104
3.2.2.1.	Proračun putanje meridijalnih zraka	106
3.2.3.	Preslikavanje paraksijalnim zracima	111
3.2.3.1.	Kardinalne tačke sferne prelamajuće površine	117
3.2.3.2.	Žižne daljine	119
3.2.3.3.	Grafički postupak odredjivanja položaja i veličine lika	120
3.2.3.4.	Koordinatni sistem žiže	121
3.2.3.5.	Koordinatni sistem glavne tačke	125
3.2.4.	Sistem centriranih prelamajućih sfernih površina	129
3.2.4.1.	Preslikavanje meridijalnim i paraksijalnim zracima	130
3.2.4.2.	Kardinalne tačke sistema od dve prelamajuće površine	134
3.2.4.3.	Jednačina preslikavanja sistemom kod koga je $f' = -f$	139
3.2.4.4.	Grafički postupak odredjivanja položaja i veličine lika	140
3.2.5.	Kardinalne tačke centriranog sočiva	148
3.2.6.	Klasifikacija oblika sočiva	152
3.2.7.	Proračun dimenzija sočiva	160
3,3.	Funkcionalni elementi za ograničavanje svetlosnih snopova	166
3.3.1.	Ograničavanje svetlosnog snopa	168
3.3.2.	Oštro ograničavanje vidnog polja	174
3.3.3.	Pojava polusenke pri preslikavanju	178

4. OPTIČKI INSTRUMENTI	190
4.1, O k o	191
4.2. Ugaono i poprečno uvećanje optičkih instrumenata	193
4.2.1. Ugaono uvećanje	193
4.2.2. Prosti mikroskop. Povećavajuće staklo za čitanje	196
4.2.3. Prosti durbin	198
4.2.4. Poprečno uvećanje	200
4.3. Lupa i mikroskop	202
4.3.1. Lupa	202
4.3.1.1. Ugaono uvećanje lupe za oko s nedostacima vidjenja	203
4.3.1.2. Akomodacija na daljinu jasnog vidjenja	207
4.3.1.3. Karakteristike pojedinih tipova lupâ	207
4.3.2. Složeni mikroskop	208
4.3.2.1. Podešenost objektiva i okulara	212
4.3.2.2. Ugaono uvećanje i moć razlučivanja	213
4.3.2.3. Dubina polja	220
4.4. Durbin	224
4.4.1. Afokalni sistemi	224
4.4.1.1. Astronomski durbini	226
4.4.1.2. Terestrički durbini	229
4.4.1.3. Holandski durbin	232
4.4.2. Ugaono uvećanje i moć razlučivanja	233
LITERATURA	244



Dr Nenad D. Pavlović rođen je 2. marta 1950. godine u Valjevu. Osnovnu i srednju školu završio je u Nišu.

Na Mašinskom fakultetu u Nišu diplomirao je 1973. godine na smeru Mašinske konstrukcije. Magistarsku tezu odbranio je 1979. godine, a 1984. godine odbranio je doktorsku disertaciju.

Od 1974. godine zaposlen je na Mašinskom fakultetu u Nišu kao saradnik u zvanju asistent pripravnik i od 1979. godine u zvanju asistent na predmetu Teorija mašina mašina i mehanizama. Od 1985. godine zaposlen je na Mašinskom fakultetu u Nišu kao nastavnik u zvanju docent, od 1990. godine u zvanju vanredni profesor i od 1995. godine u zvanju redovni profesor na grupi predmeta Precizno mašinstvo.

Govori engleski i nemački jezik.

Autor je nekoliko udžbenika iz oblasti Preciznog mašinstva i Teorije mašina i mehanizama.

Autor je ili koautor većeg broja naučnih radova publikovanih u časopisima i zbornicima radova konferencija iz oblasti Teorije mašina i mehanizama, Opruga kao pogonskih elemenata i Gipkih mehanizama.