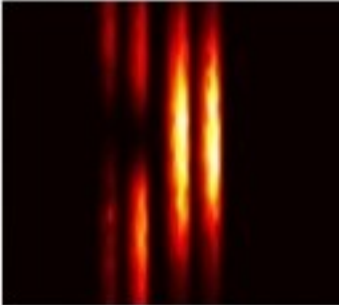
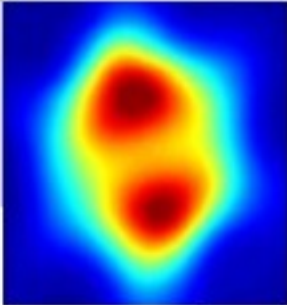


NETRADIČNÉ METÓDY VYŠETROVANIA  
OPTICKÝCH VLÁKIEN  
A POLOVODIČOVÝCH LASEROVÝCH DIÓD

*Ivan Martinček, Ivan Turek,  
Daniel Káčik, Dušan Pudiš*



**NETRADIČNÉ METÓDY VYŠETROVANIA  
OPTICKÝCH VLÁKIEN  
A POLOVODIČOVÝCH LASEROVÝCH DIÓD**

Mgr. I. Martinček, PhD., doc. RNDr. I. Turek, Csc.,  
Ing. D. Káčik, PhD., Ing. D. Pudiš, PhD.

Vedecký redaktor: prof. RNDr. Peter Bury, CSc.

Recenzenti: prof. Ing. Jozef Jasenek, CSc.

doc. RNDr. Petr Hlubina, CSc.

Žilinská univerzita v Žiline/EDIS – vydavateľstvo ŽU

---

© I. Martinček, I. Turek, D. Káčik, D. Pudiš, 2006

ISBN 80-8070-569-0



## Obsah

<a href="#">Úvod</a> .....	5
Prvá časť - Vybrané časti z teórie šírenia sa žiarenia v optických vlnovodoch a generácie žiarenia v polovodičových laserových diódach .....	7
<a href="#">1. Šírenie elektromagnetického vlnenia dielektrickými vlnovodmi</a> .....	9
1.1. Vlnové rovnice dielektrického vlnovodu .....	10
1.2. Fázová konštanta šírenia .....	14
1.3. Približná teória slabovedúceho vlnovodu .....	14
1.4. Ortoogonalnosť módov skalárnej vlnovej rovnice .....	15
1.5. Vlnovody so skokovým profilom indexu lomu .....	16
1.5.1. Planárny optický vlnovod .....	17
1.5.2. Vláknový optický vlnovod .....	21
1.6. Rozdiel fázových konštánt dvojice módov v priblížení slabovedúceho vlnovodu .....	26
1.7. Budenie optických vlnovodov .....	28
<a href="#">2. Polovodičová laserová dióda</a> .....	32
2.1. Materiály pre polovodičové prvky .....	32
2.1.1. Kryštalická mriežka .....	33
2.1.2. Brillouinova zóna, k-priestor .....	34
2.1.3. Energetický pásmový diagram .....	35
2.1.4. Efektívna hmotnosť .....	36
2.1.5. Vibračné spektrum .....	37
2.2. Optické prechody v optoelektronických prvkoch .....	38
2.2.1. Energia a rýchlosť optického prechodu .....	38
2.2.2. Absorpčný koeficient a zisk .....	41
2.2.3. Injekcia do aktívnej oblasti .....	43
2.2.4. Štruktúry s kvantovou jamou v aktívnej oblasti .....	44
2.3. Rezonátor v polovodičových laseroch .....	47
2.3.1. Základné charakteristiky rezonátora .....	47
2.3.2. Straty a zisk v rezonátore .....	51
2.3.3. Modifikácie rezonátorov pre polovodičové lasery .....	55
Druhá časť - Experimentálne metódy vyšetovania optických vlákien a polovodičových laserových diód .....	59
<a href="#">3. Transverzálna ofsetová metóda</a> .....	61
3.1. Výpočet rozloženia intenzity optického poľa jednomódového optického vlákna .....	62
3.2. Určovanie priemeru módového poľa základného módu v optických vláknach z ofsetovej krivky .....	68
3.3. Experimentálne meranie ofsetových kriviek a určovanie priemeru módového poľa .....	71
3.4. Vyšetovanie kruhovitosti jadra optických vlákien .....	75
<a href="#">4. Medzimódová interferencia</a> .....	78
4.1. Popis medzimódovej interferencie .....	78
4.2. Experimentálne vyšetovanie medzimódovej interferencie .....	84
4.3. Využitie medzimódovej interferencie na diagnostiku optických vlákien .....	89
4.4. Využitie medzimódovej interferencie na určovanie materiálovej disperzie optických vlákien .....	97

<a href="#"><u>5. Vplyv ohybu vlákna na jeho vlastnosti</u></a> .....	101
5.1. Hraničná vlnová dĺžka .....	101
5.2. Vplyv ohybu vlákna na jeho prenosovú funkciu .....	102
5.3. Vplyv ohybu na profil indexu lomu .....	105
5.4. Vplyv ohybu na koeficient tlmenia druhého módu .....	106
5.5. Súvis ohybov a prenosovej funkcie v okolí hraničnej vlnovej dĺžky .....	107
<a href="#"><u>6. Skenovanie optických polí optickými vláknami</u></a> .....	113
6.1. Príprava hrotov pre mikroskopiu blízkeho poľa .....	116
6.1.1. Hroty pripravené leptaním .....	116
6.1.2. Hroty pripravené ťahaním .....	119
6.2. Blízke pole fotonického kryštálového vlákna .....	121
6.3. Lasery na vyšetrovanie blízkeho a vzdialeného poľa .....	127
6.3.1. Laserové diódy s viacnásobnou kvantovou jamou InAs/GaAs .....	127
6.3.2. Laserové diódy s viacnásobnou kvantovou jamou GaAs/AlGaAs .....	128
6.3.3. Základné charakteristiky laserových štruktúr .....	129
6.4. Rastrovanie blízkeho a vzdialeného poľa polovodičových laserov .....	131
6.5. Spektrálna analýza v blízkom poli laserových diód .....	137
<a href="#"><u>7. Špeciálne optické vlnovody</u></a> .....	147
7.1. Fotonické kryštálové vlákna .....	147
7.1.1. Indexom vodiace PCF .....	149
7.1.2. PCF s vedením pomocou efektu fotonického zakázaného pásu .....	154
7.2. Niektoré experimentálne techniky vyšetrovania PCF .....	156
7.2.1. Vplyv ohybu PCF na ich prenosovú funkciu .....	157
7.2.2. Tvar modálnych polí .....	158
7.2.3. Inteferencia módov v PCF .....	162
7.2.4. Vplyv dĺžky PCF vlákna na spektrálnu závislosť medzimódovej interferencie .....	168
7.2.5. Disperzia v PCF .....	172
7.3. Dvojjadrové vlákna .....	176
7.3.1. Popis prenosových vlastností dvojjadrového vlákna .....	177
7.3.2. Tvar poľa dvojjadrového optického vlákna .....	179
7.3.3. Meranie väzobnej dĺžky .....	181
7.3.4. Vplyv torzie na prenosovú funkciu nesymetrického dvojjadrového vlákna .....	184
<a href="#"><u>Na záver</u></a> .....	187
<a href="#"><u>Literatúra</u></a> .....	188