

Optika a optoelektronika

Navazující magisterský studijní program

Seznam otázek ke státní závěrečné zkoušce

Optické zobrazování, zpracování informace a optická měření

1. Matematické a fyzikální aspekty optického zobrazování, paraxiální paprskové zobrazování, omezení světelných svazků v optických soustavách, monochromatické a chromatické paprskové vady, princip činnosti gradientních optických prvků.
2. Vlnové zobrazování, princip difrakčního a holografického zobrazování, klasifikace a výpočet vlnových vad. Pupilová funkce optického systému, výpočet a použití bodové rozptylové funkce, Strehlovo kritérium, projevy apodizace.
3. Zobrazování při částečně koherentním osvětlení, samozobrazování pomocí Talbotova jevu. Hodnocení obrazu plošného předmětu, optická funkce přenosu pro koherentní a nekoherentní osvětlení, výpočet a použití optické funkce přenosu.
4. Modulace vlnoplochy, mechanické, elektrické a optické vlastnosti nematických kapalných krystalů. Polarizace světla, popis polarizace pomocí Jonesových matic, LCD modulátory, akustooptické a magnetooptické modulátory, deformovatelná zrcadla, difrakční prvky.
5. Optické zpracování informace, koherentní a nekoherentní optické procesory, filtrace prostorových frekvencí, metoda fázového kontrastu, realizace konvoluce a křížové korelace, digitální hologramy.
6. Fourierova analýza optického signálu, rozeznávání znaků, přizpůsobený filtr, rekonstrukce obrazu, inverzní a Wienerův filtr, syntéza apertury, superrozlišení, měření vlnoplochy, adaptivní optické systémy, spekulová interferometrie.
7. Charakteristika a měření parametrů laserového svazku, laserové diody, transformace svazků, symetrizace.
8. Metody měření parametrů optického prostředí, indexu lomu a disperze, měření rychlosti světla. Měření základních parametrů optických soustav.

Optoelektronika a optické komunikace

1. Optické vlastnosti polovodičů: přímý a nepřímý zakázaný pás, PN přechod v elektrickém poli, emise a absorpce záření. Heterostruktury, nanostruktury a jejich optické vlastnosti, kvantové jámy, 2D a 3D struktury, kvantové tečky.
2. Polovodičové zdroje optického záření, luminiscenční, super-luminiscenční a laserové diody. Základní teoretický popis, rychlostní rovnice. Výběr módů a frekvenční stabilizace, laserové diody s rozloženou zpětnou vazbou a s externím rezonátorem. Charakteristiky laserové diody, práh, závislost proud-výkon, modulační šířka pásma, šířka frekvenční čáry a její měření, relativní šum intenzity.
3. Polovodičové detektory optického záření, PN a PIN fotodiody, lavinová dioda. Optimalizace účinnosti a rychlosti odezvy. Spektrální charakteristika, rezonance, kvantová účinnost, temný proud, ekvivalentní šumový výkon, doba náběžné hrany, šířka pásma, závislost na závěrném napětí. Jednofotonové detektory.
4. Optické vlnovody a vlákna, úplný odraz, fotonický zakázaný pás, vlnový popis, módy, módová disperze, jednomódový režim. Numerická apertura, kontrast indexu lomu, normovaná frekvence, normovaná konstanta šíření, V-b diagram. Charakteristiky: ztráty, spektrální vlastnosti, disperze, polarizační disperze, nelineární efekty. Vliv charakteristik na přenosovou kapacitu a metody kompenzace.
5. Teorie vázaných módů, interakce módů ve vazebním prvku (děliči). Pasivní prvky optických komunikací: spoje a jejich neperfektnosti, vazební prvky, frekvenční filtry, AWG, kruhové rezonátory, vlnový multiplex. Aktivní prvky: opakovací a zesilovače.
6. Modulace a demodulace světla: amplitudová, úhlová, kvadrurní. Teoretický popis modulovaného signálu (např. harmonická AM a PM). Implementace: modulace čerpacího proudu laserové diody, modulace elektrooptická, injekce volných nosičů, Machovy-Zehnderovy modulátory pro amplitudovou a kvadrurní amplitudovou modulaci.
7. Teoretický popis komunikačního kanálu, diskrétní a spojité kanály, vzorkování, lineární časově invariantní systémy, impulzová odezvovalá funkce. Kanály s pamětí, doba ustálení, mezisymbolové interference a jejich minimalizace, ekvalizace, přeslechový (eye) diagram.
8. Bitová chybovost přenosového kanálu, šum výstřelový a termální, binární kanál s aditivním gaussovským šumem, vícecestavé protokoly, Grayův kód, Shanonova mez přenosové kapacity, spektrální účinnost, vliv nelinearity kanálu.

Kvantová a nelineární optika

1. Klasická teorie koherence, funkce vzájemné koherence, časová koherence, prostorová koherence, interferenční zákon pro částečně koherentní svazky, šíření částečně koherentního světla, Wienerova-Chinčinoва věta, van Cittertova-Zernikeova věta, úplná koherence, částečná polarizace.
2. Pravděpodobnostní rozdělení intenzity záření termálního zdroje, intenzitní korelace termálního záření, Hanbury Brownův-Twissův experiment, integrovaná intenzita, Mandelova fotodetekční rovnice.
3. Einsteinova kvantová teorie laseru, inverze populace, tříhladinový a čtyřhladinový laser, zesílení světla a práh generace v laseru, saturace záření v laseru, stabilita generace záření z laseru, nelineární dynamika laseru, konkurence a kooperace při generaci.
4. Fotonová statistika laseru a maseru, Bose-Einsteinova a Poissonova statistika laseru a její měření, koherentní stavy s termálním šumem a jejich homodynní detekce, Jaynes-Cummingsův model, maser, vakuové Rabiho oscilace, kolaps a oživení.
5. Interakce elektromagnetického pole v nelineárním prostředí: Maxwellovy a vlnové rovnice v nelineárním prostředí, dielektrické susceptibility vyšších řádů a jejich vlastnosti, paměť nelineárního prostředí.
6. Nelineární optické jevy 2. řádu: optické parametrické procesy, generace 2. harmonické a subharmonické, frekvenční konverze, parametrická generace a zesilování, fázové sladění.
7. Nelineární jevy vyšších řádů: samofokusace, Kerrův jev, vícefotonová absorpce a emise, Ramanův a Brillouinův rozptyl, čtyřvlnové směšování, fázová konjugace, optické solitony, optická bistabilita.
8. Stlačené stavy světla, definice, generace stlačených stavů, vlastnosti a aplikace, homodynní detekce, fotonová statistika, šíření stlačených stavů, interference stlačených stavů a kvantová provázanost, Gaussovske stavy a Wignerova funkce, Gaussovske kvantové operace.
9. Fockovy stavy světla, definice, generace Fockových stavů, detekce neklasického charakteru, negativita Wignerovy funkce, detekce počtu fotonů, interference Fockových stavů, lineární kvantová optika se stavy jednotlivých fotonů.