



STUDIJŲ DALYKO (MODULIO) APRAŠAS

Dalyko (modulio) pavadinimas	Kodas
Modernioji optika	

Dėstytojas (-ai)	Padalinys (-iai)
Koordinuojantis: dr. Julius Vengelis (paskaitos, seminarai)	VU FF Lazerinių tyrimų centras

Studijų pakopa	Dalyko (modulio) tipas
Magistrantūros studijos	Privalomasis

Igyvendinimo forma	Vykdyto laikotarpis	Vykdyto kalba (-os)
Auditorinė	3 semestras (rudens)	Lietuvių / anglų

Reikalavimai studijuojančiajam	
Išankstiniai reikalavimai: Bendroji fizika (Optika), netiesinė optika, lazerių fizika	Gretutiniai reikalavimai (jei yra):

Dalyko (modulio) apimtis kreditais	Visas studento darbo krūvis	Kontaktinio darbo valandos	Savarankiško darbo valandos
5	140	48	92

Dalyko (modulio) tikslas: studijų programos ugdomos kompetencijos		
<p>Šiame kurse supažindinama su kompleksinėmis optinėmis sistemomis, kurios naudojamos lazerinėse sistemose ar kartu su jomis, optiniais moduliatoriais; aptariamos jų ypatybės ir problematika. Taip pat studentai supažindinami su pačia naujausia šviesos impulsų rekonstrukcijos trimatėje erdvėje metodika, ultratrumpųjų šviesos impulsų analizavimo metodika. Baigęs šį kursą studentas gebės: (i) suprasti ir paaiškinti kompleksinių optinių sistemų veikimo principus ir ypatybes; (ii) suprasti, paaiškinti ir taikyti įvairius ultratrumpųjų šviesos impulsų fazės ir amplitudės rekonstrukcijos metodus. Šis kursas taip pat pagilins optikos bei lazerių fizikos žinias.</p>		
Dalyko (modulio) studijų siekiniai	Studijų metodai	Vertinimo metodai
Supažindinti su kompleksinėmis optinėmis sistemomis bei optiniais moduliatoriais, naudojamomis lazerinėse sistemose ar kartu su jomis, naujausiomis ultratrumpųjų impulsų analizavimo metodikomis.	Paskaitos, seminarai	Kaupiamasis balas: egzaminas raštu (80%) ir įvertinimas už seminaro pranešimą (20%)

Temos	Kontaktinio darbo valandos						Savarankiškų studijų laikas ir užduotys		
	Paskaitos	Konsultacijos	Seminarai	Pratybos	Laboratoriniai	Praktika	Visas kontaktinis	Savarankiškas	Užduotys
1. Optinės sistemos lazeriams. Daugiaelementės sistemos, spindulių trasavimas, kardinalieji taškai ir bendrosios jų savybės. Apertūros optinėse	14		4				18	1 6	Paskaitų medžiagos, vadovėlių ir mokslinės literatūros skaitymas

sistemose. Bendrosios optinių sistemų savybės ir svarbios sąvokos. Telecentrinės optinės sistemos. Aberacijos optinėse sistemose ir jų mažinimas, <i>Seidel</i> koeficientų sumos. Optinių elementų projektavimo principai, gamyba ir testavimas. Elementai lazerinėse sistemose.										
2. Afokališios sistemos. Pagrindiniai parametrai ir bendrosios savybės. Teleskopai. Aktyvi optika ir adaptyvi optika.	2		2					4	4	Paskaitų medžiagos, vadovėlių ir mokslinės literatūros skaitymas
3. Mikroskopų sistemos. Mikroskopijos principai. Tamsaus lauko mikroskopas, poliarizuotos šviesos mikroskopas, fazinio kontrasto mikroskopas, Nomarskio mikroskopas. Fluorescencinė mikroskopija, konfokalinė mikroskopija, STED mikroskopija. Įvairių metodikų mikroskopų veikimo principai, privalumai ir trūkumai.	4		2					6	6	Paskaitų medžiagos, vadovėlių ir mokslinės literatūros skaitymas
4. Optiniai modulatoriai. Elektroabsorbciniai modulatoriai. Akustooptinė difrakcija: Ramano-Nato difrakcija, Brego difrakcija. Akustooptiniai modulatoriai. Akustooptinis modulatorius DAZZLER. Elektrooptiniai fazės, poliarizacijos ir intensyvumo modulatoriai. Pokelso elementai. Veikimo principai, privalumai ir trūkumai.	2		2					4	4	Paskaitų medžiagos, vadovėlių ir mokslinės literatūros skaitymas
5. Kompleksiniai šviesos dariniai. Ermito-Gauso bei Lagero-Gauso pluoštai. Šviesos sūkuriai, topologiniai krūviai. Šviesos sūkurių formavimas, analizė bei taikymo sritys. Šviesos sūkurių netiesinės transformacijos. Beselio pluoštai, spiraliniai pluoštai.	2		2					4	4	Paskaitų medžiagos, vadovėlių ir mokslinės literatūros skaitymas
6. Šviesos impulso intensyvumo laikinė rekonstrukcija. Ultratrumpųjų impulsų trukmės matavimo būdai: autokoreliacinis (vienašūvis ir daugiašūvis autokoreliatoriai), kryžminės koreliacijos, interferencinis. 3D tomografija.	2		2					4	4	Paskaitų medžiagos, vadovėlių ir mokslinės literatūros skaitymas
7. Šviesos impulso fazės ir amplitudės rekonstrukcija. Dažninės skyros optinė sklendė (FROG, GRENOUILLE ir XFROG metodai). Spektrinių fazių interferometrija tiesioginei elektrinio lauko rekonstrukcijai (SPIDER). Šviesos impulsinio pluošto intensyvumo skersinė ir laikinė rekonstrukcija. Fotonų tomografija. Laikinės skyros holografija ir šešėliografija.	6		2					8	8	Paskaitų medžiagos, vadovėlių ir mokslinės literatūros skaitymas
8. Pasiruošimas egzaminui ir jo laikymas									4 6	Paskaitų medžiagos, vadovėlių ir mokslinės literatūros skaitymas
Iš viso	32		16					48	9 2	

Vertinimo strategija	Svoris proc.	Atsiskaitymo laikas	Vertinimo kriterijai
Egzaminas	80	Egzaminų sesijos metu	Atsakymai į klausimus raštu. Pateikiami 8 klausimai iš viso kurso, kurių kiekvienas vertinamas 1 balu.
Seminarai	20	Semestro metu	Pristatymas ir atsakymai į klausimus seminare vertinami nuo 1 iki 2 balų ir balas neskiriamas jei pristatymo nėra
Viso	100		Suminis balas apvalinamas į didesnę pusę: <5 balų – neišlaikyta (nepakankamai) 5 balai – silpnai 6 balai – patenkinamai 7 balai – vidutiniškai 8 balai – gerai 9 balai – labai gerai

Autorius	Leidimo metai	Pavadinimas	Periodinio leidinio Nr. ar leidinio tomas	Leidimo vieta ir leidykla ar internetinė nuoroda
Privaloma literatūra				
1. P. Mouroulis, J. Macdonal	1997	Geometrical optics and optical design		Oxford University Press
2. W. J. Smith	2008	Modern optical engineering		McGraw Hill
3. D. C. O'Shea	1985	Elements of modern optical design		Wiley
4. M. W. Davison, D. B. Murphy	2012	Fundamentals of light microscopy and electronic imaging		Wiley
5. E. Gaižauskas, V. Sirutkaitis	2008	Kietojo kūno lazeriai		Vilniaus universiteto leidykla
6. R. Trebino	2000	Frequency-Resolved Optical Gating: The measurement of ultrashort laser pulses		Springer
Papildoma literatūra				
1. F. Trager ed.	2007	Springer Handbook of lasers and optics		Springer
2. B. E. A. Saleh, M. C. Teich	2007	Fundamentals of Photonics		Wiley
3. S. A. Akhmanov, V. A. Vysloukh, A. S. Chirkin,	1992	Optics of Femtosecond Laser Pulses		American Institute of Physics
4. J. C. Diels, W. Rudolph	2006	Ultrashort laser pulse phenomena		Elsevier



COURSE UNIT (MODULE) DESCRIPTION

Course unit (module) title	Code
Modern optics	

Lecturer(s)	Department(s) where the course unit (module) is delivered
Coordinator: dr. Julius Vengelis (lectures, seminars)	VU FF Laser Research Center

Study cycle	Type of the course unit (module)
Masters	Mandatory

Mode of delivery	Period when the course unit (module) is delivered	Language(s) of instruction
Auditorium	3 semester (autumn)	Lithuanian / english

Requirements for students	
Prerequisites: General physics (Optics), nonlinear optics, laser physics	Additional requirements (if any):

Course (module) volume in credits	Total student's workload	Contact hours	Self-study hours
5	140	48	92

Purpose of the course unit (module): programme competences to be developed		
The course introduced with complex optical systems used in lasers or together with them, optical modulators; their features and problems are discussed. In addition, students are introduced to the latest ultrashort light pulse 3D reconstruction techniques, ultrashort pulse analysis methods. By accomplishing the course the students are expected to be able to: (i) understand and explain the working principles of complex optical systems and their features; (ii) understand, explain and use various ultrashort pulse phase and amplitude reconstruction methods. The course will also deepen knowledge in optics and laser physics.		
Learning outcomes of the course unit (module)	Teaching and learning methods	Assessment methods
Introduce to complex optical systems and optical modulators used in laser systems or together with them, latest ultrashort pulse analysis techniques.	Lectures, seminars	The final mark is cumulative and consists of the exam mark (80%) and seminar presentation (20%).

Content: breakdown of the topics	Contact hours						Self-study work: time and assignments		
	Lectures	Tutorials	Seminars	Exercises	Laboratory work	Internship/work placement	Contact hours	Self-study hours	Assignments
1. Optical systems for lasers. Multi-element optical systems, ray tracing, cardinal points and their general features.	14		4				18	16	

Apertures in optical systems. General features of optical systems and important concepts. Telecentric optical systems. Aberrations in optical systems and ways to suppress them, <i>Seidel</i> sums. Principles of optical element design; manufacturing and testing. Elements in laser systems.										
2. Afocal systems. Main parameters and general features. Telescopes. Active optics and adaptive optics.	2		2					4	4	Reading of lecture notes, textbooks and scientific literature
3. Microscope systems. Microscopy principles. Dark field microscope, polarized light microscope, phase contrast microscope, Nomarski microscope. Fluorescence microscopy, confocal microscopy, STED microscopy. Principles, advantages and disadvantages of various microscopy techniques.	4		2					6	6	Reading of lecture notes, textbooks and scientific literature
4. Optical light modulators. Electroabsorption modulators. Acousto-optic diffraction: Raman-Nath diffraction, Bragg diffraction. Acousto-optic modulators. Acousto-optic modulator DAZZLER. Electro-optic phase, polarization and intensity modulators. Pockels cells. Principles of operation, advantages and disadvantages.	2		2					4	4	Reading of lecture notes, textbooks and scientific literature
5. Complex light formations. Hermite-Gaussian beams and Laguerre-Gaussian beams. Optical vortices, topological charges. Formation analysis and application of optical vortices. Nonlinear transformations of optical vortices. Bessel beams, spiral beams.	2		2					4	4	Reading of lecture notes, textbooks and scientific literature
6. Temporal intensity reconstruction of light pulse. Ultrashort pulse duration measurement techniques: autocorrelation (single-shot and multi-shot autocorrelators), cross-correlation, interference. 3D tomography.	2		2					4	4	Reading of lecture notes, textbooks and scientific literature
7. Phase and amplitude reconstruction of light pulse. Frequency-resolved optical gating (FROG, GRENOUILLE and XFROG techniques). Spectral phase interferometry for direct electric field reconstruction (SPIDER). Transverse and temporal reconstruction of light pulse. Photon tomography. Time-resolved holography and shadowgraphy.	6		2					8	8	Reading of lecture notes, textbooks and scientific literature
8. Preparation for the exam									46	Reading of lecture notes, textbooks and scientific literature
Total	32		16					48	92	

Assessment strategy	Weight, %	Deadline	Assessment criteria
Exam	80	By the end of the course	Exam mode – written answers to 8 selected topics, each topic carries 1 mark.
Seminar	20	In the course of semester	Assessment of presentation and answers to questions at the seminar: from 1 to 2 mark, 0 mark if no presentation made
Overall	100		The overall mark is the sum of the above items and is rounded. <5 below threshold 5 – weak 6 – satisfactory 7 – average 8 – good 9 – very good

Author	Year of publication	Title	Issue of a periodical or volume of a publication	Publishing place and house or web link
Compulsory reading				
1. P. Mouroulis, J. Macdonal	1997	Geometrical optics and optical design		Oxford University Press
2. W. J. Smith	2008	Modern optical engineering		McGraw Hill
3. D. C. O'Shea	1985	Elements of modern optical design		Wiley
4. M. W. Davison, D. B. Murphy	2012	Fundamentals of light microscopy and electronic imaging		Wiley
5. E. Gaižauskas, V. Sirutkaitis	2008	Kietojo kūno lazeriai		Vilniaus universiteto leidykla
6. R. Trebino	2000	Frequency-Resolved Optical Gating: The measurement of ultrashort laser pulses		Springer
Optional reading				
1. F. Trager ed.	2007	Springer Handbook of lasers and optics		Springer
2. B. E. A. Saleh, M. C. Teich	2007	Fundamentals of Photonics		Wiley
3. S. A. Akhmanov, V. A. Vysloukh, A. S. Chirkin,	1992	Optics of Femtosecond Laser Pulses		American Institute of Physics
4. J. C. Diels, W. Rudolph	2006	Ultrashort laser pulse phenomena		Elsevier