

DOKTORANTŪROS STUDIJŲ DALYKO SANDAS

Dalyko pavadinimas	Mokslo kryptis (kodas)	Fakultetas	Centras/Institutas/Skyrius
Femtosekundinių impulsų optika (8 ECTS kreditai)	Fizika N 002	Fizikos	Lazerinių tyrimų centras
Studijų būdas	Valandų skaičius	Studijų būdas	Valandų skaičius
Paskaitos		Konsultacijos	8
Individualus	192	Seminarai	

Dalyko anotacija

Femtosekundiniai šviesos impulsai tiesinėse dispersinėse terpėse.

Bangų paketų aprašymo metodai. Šviesos pluoštų sklidimas. Laiko ir erdvės analogija. Šviesos impulsų modeliai. Dispersinis bangų paketų plitimas. Dispersijos teorijos artiniai. Bangų paketų Furjė optika. Femtosekundinių šviesos impulsų sklidimas optinėmis sistemomis: impulsų filtravimas, lęšiai, veidrodžiai, difrakcinė gardelė ir interferometrai. Femtosekundinių impulsų difrakcija. Šviesos paketai skaiduliniuose šviesolaidžiuose. Dispersinių sistemų matricinis aprašymas.

Šviesos impulsų saviveika: savimoduliacija, savispūda, solitonai.

Saviveikos fizika: lūžio rodiklio netiesiškumas, amplitudinės moduliacijos transformavimas į fazinę moduliaciją. Kvazistatinis kubinis atsakas ir netiesinis lūžio rodiklis. Netiesinės optikos lygtys aprašančios šviesos bangų dinamiką kubinio netiesiškumo terpėje. Reguliarių impulsų fazinė savimoduliacija. Smūginės gaubtinės bangos. Femtosekundinių impulsų fokusavimas. Spektro superišplitimas, kontinuumas. Spektrinis laikinės saviveikos aprašymas. Stacionarūs impulsai – solitoninis sklidimo režimas.

Šviesos ir medžiagos sąveika. Koherentiškumas.

Šviesos ir medžiagos sąveikos aprašymas tankio matricos lygtimis. Impulso formavimas rezonansinėse terpėse. Netiesiniai ir nerezonansiniai procesai, jų aprašymo metodai. Koherentinės ir nekoherentinės sąveikos. Aprašymo būdai – Maksvelo-Blocho lygtys, užpildos, evoliucijos lygtys. Daugiafotonė sąveika.

Femtosekundinių impulsų parametrinė sąveika ir koherentinė sklaida.

Femtosekundinių impulsų netiesinės sąveikos fizika. Femtosekundinių impulsų dažnio dvigubėjimas. Trumpų impulsų parametrinis stiprinimas. Suminių dažnių generavimas, parametriniai solitonai. Skirtuminio dažnio generavimas ir infraraudonoji femtosekundinių impulsų Čerenkovo spinduliuotė netiesinėje terpėje. Ultratrumpųjų impulsų priverstinė Ramano sklaida.

Spartus fazės valdymas. Šviesos impulsų spūda ir generacija.

Netiesiniai optiniai fazės modulatoriai. Optiniai spaustuvai ir spūdos optimizavimas. Dispersinė fazinė savimoduliacija. Spektrinių komponentų filtravimas ir triukšminių impulsų spūda. Femtosekundinių impulsų trukmės ir formos valdymas, saviveikos ir spūdos ypatumai.

Optiniai solitonai.

Optinių solitonų formavimas. Viensolitoniniai ir daugiasolitoniniai Šredingerio lygties sprendiniai. Eksperimentinis optinių solitonų demonstravimas. Galingų ultratrumpųjų solitoninių impulsų savispūda: galimybės ir problemos. Solitoninį sklidimą trikdančių faktorių įtaka. Atvirkštinės sklaidos uždavinio metodas netiesinėms lygtims spręsti.

Femtosekundinės lazerinės sistemos.

Bendri lazerinių sistemų kūrimo principai. Kietojo kūno lazeriai. Derinamo dažnio femtosekundinės lazerinės sistemos. Optinis čirpuotų impulsų parametrinis stiprinimas (OPCPA). Galingų femtosekundinių impulsų stiprinimas ir generacija. Tolimos IR srities femtosekundiniai impulsai.

Diagnostikos metodai.

Intensyvumo ir interferometrinė koreliacija. Matavimo būdai. Impluso amplitudės ir fazės rekonstrukcija. Femtosekundinės spektroskopijos metodai. Duomenų dekonvoliucija. Sugerties spektroskopija. Poliarizacijos sukimas. Gardelių taikymai. Femtosekundinė fluorescencija. Atvaizdavimo technika.

Pagrindinė literatūra

1. A.Akhmanov, V.A.Vysloukh, A.S.Chirkin, Optics of femtosecond laser pulses, American Institute of Physics, New York, 1992, 366 p.
2. J. C. Diels, W. Rudolph, Ultrashort laser pulse phenomena, London, Academic Press, 2006. 652 p.
3. A.P.Stabinis, G.Valiulis, Ultratrumpųjų šviesos impulsų netiesinė optika, TEV, Vilnius, 2008, 242 p.
4. R. W. Boyd, Nonlinear optics, Academic Press, USA, 2008, 640 p.
5. G. Cerullo and S. De Silvestri, Ultrafast optical parametric amplifiers, Rev. Sci. Instrum., vol. 74, 1–18 (2003).
6. D. Brida, C. Manzoni, G. Cirimi, M. Marangoni, S. Bonora, P. Villoresi, S. De Silvestri, and G. Cerullo, Few-optical cycle pulses tunable from the visible to the mid-infrared by optical parametric amplifiers, J. Opt. A 12, 013001 (2010).

Konsultuojantys dėstytojai	Mokslo laipsnis	Pedag. vardas	Svarbiausieji darbai mokslo kryptyje (šakoje) paskelbti per pastaruosius 5 metus
Gintaras Valiulis	dr. (HP)	prof.	<ol style="list-style-type: none"> 1. R. Šuminas, G. Tamošauskas, G. Valiulis, A. Dubietis, Spatiotemporal light bullets and supercontinuum generation in β-BBO crystal with competing quadratic and cubic nonlinearities, Opt. Lett., 41, 2097 (2016). 2. R. Šuminas, G. Tamošauskas, G. Valiulis, V. Jukna, A. Couairon, A. Dubietis, Multi-octave spanning nonlinear interactions induced by femtosecond filamentation in polycrystalline ZnSe, Appl. Phys. Lett. 110, 241106 (2017).
Vygandas Jarutis	dr.	doc.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Julius Vengelis, Vygandas Jarutis, and Valdas Sirutkaitis, "Visible supercontinuum generation in photonic crystal fiber using various harmonics of subnanosecond Q-switched laser", Optical Engineering 55(9), 096107 (September 2016). 2. Vygandas Jarutis, Karolis Jurkus, Valerijus Smilgevičius, Temperature tuned doubly resonant OPO: Peculiarities, Optics Communications 382, 405-409 (2017). 3. Julius Vengelis, Vygandas Jarutis, Valdas Sirutkaitis, "Estimation of photonic crystal fiber dispersion by means of supercontinuum generation", Optics Letters, Vol. 42, No. 9, 1844-1847, May 1 2017.

			<ol style="list-style-type: none"> 4. Julius Vengelis, Adomas Tumas, Ieva Pipinytė, Miglė Kuliešaitė, Viktorija Tamulienė, Vygandas Jarutis, imantas Grigonis, Valdas Sirutkaitis, Characteristics of optical parametric oscillator synchronously pumped by Yb:KGW laser and based on periodically poled potassium titanyl phosphate crystal, <i>Optics Communications</i> 410, 774–781 (2018). 5. Julius Vengelis, Vygandas Jarutis, and Valdas Sirutkaitis, Extension of supercontinuum spectrum, generated in polarization-maintaining photonic crystal fiber, using chirped femtosecond pulses, <i>Optical Engineering</i> 57(1), 016102 (January 2018). 6. Julius Vengelis, Vygandas Jarutis, and Valdas Sirutkaitis, Measurement of the phase refractive index of a photonic crystal fiber mode, <i>Optics Letters</i>, Vol. 43, No. 11, 2571-2574, June 1 2018. 7. Julius Vengelis, Vygandas Jarutis, Marius Franckevičius, Vudmantas Gulbinas, Valdas Sirutkaitis, Investigation of supercontinuum generated in the cladding of highly nonlinear photonic crystal fiber, <i>Journal of the Optical Society of America B</i>, Vol. 36, No. 2, A79-A85, February 2019. 8. Ieva Pipinytė, Julius Vengelis, Vygandas Jarutis, Mikas Vengris, Rimantas Grigonis, Valdas Sirutkaitis, Investigation of continuum generation in the non-zero dispersion-shifted fiber pumped by femtosecond nanojoule pulses in 1450–1800 nm spectral range, <i>Results in Physics</i> 17 (2020) 103064.
<p>Patvirtinta Fizikos mokslų krypties doktorantūros komitete 2022 m. vasario 02 d., protokolo Nr. (7.17 E) 15600-KT-32</p>			
<p>Komiteto pirmininkas S. A. Juršėnas</p>			