

# Kelių optinių ciklų teravatų smailinės galios impulsų generacija parametrinio stiprinimo sistemomis

## Few cycle terawatt peak power pulse generation in parametric amplification systems

Arūnas Varanavičius

Vilniaus universitetas, Fizikos fakultetas, Saulėtekio al. 9, LT-10222 Vilnius  
[arunas.varanavicius@ff.vu.lt](mailto:arunas.varanavicius@ff.vu.lt)

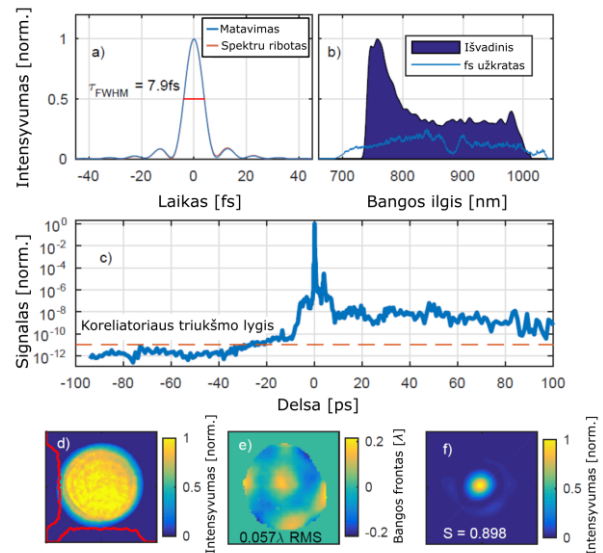
Pastarojo dešimtmečio lazerių fizikos pasiekimai kuriant itin trumpų impulsų lazerius atvėrė naujas galimybes įvairių fizikos, chemijos, biologijos sričių tyrimuose pasiekiant atosekundinę laikinę ir angstrominę erdvinę skyrą mikropasaulio vyksmų tyrimo eksperimentuose. Čirpuotų impulsų parametrinio stiprinimo (ČIPS) metodas yra vienas iš pagrindinių būdų formuoti didelės smailinės galios kelių optinių ciklų trukmės impulsus. Pastaruoju metu viena pagrindinių tokių sistemų vystymo krypčių yra ne tik smailinės, bet ir vidutinės išvadinės spinduliuotės galios didinimas [1], leidžiantis paspartinti eksperimentus bei plėsti tokių šviesos šaltinių taikymų ratą.

Šiame pranešime apžvelgsiu Vilniaus universiteto Lazerių tyrimo centro ir lazerių gamybos kompanijų Šviesos Konversija, Ekspla mokslininkų pasiekimus vystant čirpuotų impulsų parametrinio stiprinimo metodiką bei kuriant 50 W vidutinės galios bei 5 TW smailinės galios parametrinio stiprinimo sistemą Ekstremalios šviesos infrastruktūrai Vengrijoje.

Mūsų ČIPS sistemų koncepcijos pagrindas daugiapakopis plataus spektro signalo stiprinimas femtosekundinėse ir pikosekundinėse pakopose kaupinamose Yb:KGW ir Nd:YAG lazeriais. Didelio kontrasto plataus spektro užkratas formuojamas kontinuumo generatoriuose ir parametrinio stiprinimo pakopose kaupinamose femtosekundinio Yb:KGW lazerio spinduliuote. Toliau impulsai plečiami neigiamos dispersijos grizmių sistemoje iki ~ 70 ps ir stiprinami pikosekundinėse pakopose, kurios yra kaupinamos didelės energijos pikosekundiniais Nd:YAG lazerio impulsais. Panaudojus 10 Hz pasikartojimo dažnio lempinio kaupinimo Nd:YAG lazerį ir aktyvią dispersijos valdymo sistemą buvo generuojami 35 mJ energijos išvadiniai impulsai, kurie galėjo būti spaudžiami iki 9 fs trukės [2]. Vėlesniuose tyrimuose buvo realizuotas užkrato signalo gaubtinės fazės stabilizavimas kontinuumo generatorių kaupinimui panaudojus femtosekundinio parametrinio stiprintuvo skirtuminę bangą [3].

Reikšmingas vidutinės galios padidinimas pasiektas panaudojus diodinio kaupinimo Nd:YAG stiprinimo sistema pikosekundinių ČIPS sistemos pakopų kaupinimui. Įdiegus 4 kanalų bendros 300 W vidutinės galios kaupinimo lazerį ir panaudojus specialų hipergausinio spinduliuotės erdvinio profilio formavimo metodą buvo pasiekta 53 mJ išvadinių impulsų energija ČIPS sistemai veikiant 1 kHz pasikartojimo dažniu [4].

Išvadinių impulsų spektras apima 720-1000 nm diapazoną, o stiklo blokuose suspaustų impulsų trukmė neviršija 8 fs (1 a,b pav.). Išskirtinė šios ČIPS sistemos savybė – labai aukštas  $10^{11}$  vertę viršijantis impulso kontrastas (1 c pav.). Erdvinės išvadinės spinduliuotės charakteristikos pavaizduotos 1 d-f paveiksluose. Kaupinimo pluoštų parametru optimizavimas ir aktyvios pluoštų valdymo sistemos panaudojimas užtikrino aukštą Strehl parametro  $S=0.89$  vertę fokusuojamam pluoštui.



1 pav. Išvadinės ČIPS sistemos spinduliuotės parametrai. a) laikinės charakteristikos, b) spektras, c) kontrasto charakteristikos, d) erdvinis intensyvumo skirstinys, e) bangos fronto parametrai, e) suskaičiuotas sufokusuoto pluošto erdvinis skirstinys

Sistemos stabilumą ir veikos patikimumą iliustruoja sub-220 mrad gaubtinės fazės bei <0.9% energijos standartiniai nuokrypiai užregistruoti 16 val. nepertraukiamos veikos testo metu.

*Reikšminiai žodžiai: parametrinis stiprinimas, kelių optinių ciklų impulsai.*

### Literatūra

- [1] H. Fattahi et al., *Optica* 1(1), 45-63 (2014).
- [2] T. Stanislaukas et al., *Optics Express*, 22(1), 1865 (2014).
- [3] R. Budriūnas, T. Stanislaukas, A. Varanavičius, *Journal of Optics*, 17(9), 094008. (2015)
- [4] R. Budriūnas et al., *Optics Express*, 25(5), 5797 (2017).