



Projekta zinātnisko rezultātu pārskats

Atskaites periods Nr. 5.
(16.05.2020. - 15.08.2020.)

Projekts: Nr. 1.1.1.1/18/A/155 “Uz čukstošās galerijas modas mikrorezonatora bāzes veidota optisko frekvenču ķemmes ģeneratora izstrāde un tā pielietojumi telekomunikācijās”.

Projekta realizētāji: Latvijas Universitāte (vadošais partneris), Rīgas Tehniskā universitāte, SIA “AFFOC Solutions”.

Projekta vispārējais mērķis: Veikt pētniecību, kas veicina Latvijas viedās specializācijas stratēģijas mērķu sasniegšanu, cilvēkkapitāla attīstību zinātnē un tehnoloģijās un jaunu zināšanu radīšanu, lai uzlabotu konkurētspēju tautsaimniecībā.

Projekta mērķis ir: iegūt jaunas zināšanas par čukstošo galeriju modu rezonatoru optiskajām frekvenču ķemmēm (WCOMBs) un izstrādāt, konstruēt un testēt ķemmes ģeneratora prototipu telekomunikāciju pielietojumiem.

Projekta darbības un paveiktais atskaites periodā:

Darbība 1. WCOMB izstrāde, modelēšana, testēšana un optimizēšana

Darbība 1.1. Dažādu ČGM rezonatoru izstrāde un iegūšana

Projekta eksperimentu vajadzībām no optiskajām šķiedrām tika izgatavoti vairāki lodes formas ČGM rezonatori. Turpināts darbs pie kristāla rezonatoru slīpēšanas stenda optimizēšanas. Tiek meklēti tehniskie risinājumi, lai novērstu iegūto kristālisko rezonatoru virsmas “robainību”.

Darbība 1.2. WCOMB sistēmas, kur tiek izmantota prizma, izveide, testēšana un optimizēšana

Tika optimizēta WCOMB sistēma, kur lāzera starojums izplatās vidē (*free space*) un rezonatorā tiek ievadīts caur prizmu. Strādājot ar lāzeri 1.5 μm reģionā, tika testēta rezonanšu iegūšana gan skenējoša, gan fiksēta viļņa garuma starojuma režīmā. Tika noteikts, ka spektra analizatora izšķirtspēja ir daudz zemāka, nekā lāzera līnijas platums, tādēļ analizatorā uzrādītais līnijas platums ir maldinošs. Tika veikta iekārtas justēšana, lai atrastu nosacījumus stabilas frekvenču ķemmes iegūšanai.

Darbība 1.3. WCOMB sistēmas, kur tiek izmantota izstieptā šķiedra, izveide, testēšana un optimizēšana

Pilnveidots optiskās frekvenču ķemmes (WCOMB) iegūšanas stends, kurā tiek izmantota rezonatora lodīte un trapecveida šķiedra. Tika meklēti eksperimentālie parametri, pie kuriem tiek novērota laikā stabila frekvenču ķemme. Tika mainīta lāzera jauda, lodītes saskares

punkts ar trapecveida šķiedru pie dažādiem šķiedras diametriem, signāla pastiprinājums, lāzera skenēšanas frekvence.

Darbība 1.4. ČGM rezonatoru efektu un WCOMB sistēmas matemātiskā modelēšana

Optisko frekvenču ķemmu modelēšanai tiek izmantots Lugiato-Lefever (LL) vienādojums. NIST (*National Institute for Standards and Technology*) izstrādātā Python bāzētā programma pyLLE, ar kuru var modelēt LL vienādojumu, tiek apobēta pētījumu vajadzībām. Programma tiek pārveidota, lai varētu izmantot Spyder vidē un būtu savietojama ar aktuālo Julia aprēķinu funkciju bibliotēkas versiju. Ir iegūti skaitliskie rezultāti frekvenču ķemmes ģenerēšanai pie dažādām lāzera izskaņošanās vērtībām no rezonanses. Matlab vidē tiek apobēta programma LL vienādojumu risināšanai.

Darbība 2. Portatīva WCOMB izstrāde, izveide un testēšana pielietojumiem šķiedru optisko sakaru sistēmās:

Darbība 2.2. Portatīva WCOMB kā daudzviļņu gaismas avota izstrāde un izveide pielietojumiem šķiedru optisko sakaru sistēmās

Veikta uz čukstošās galerijas modu mikrorezonatora balstīta optiskā frekvenču ķemmes (WCOMB) ģenerators izstrāde. Izstrādātais WCOMB ģenerators ir pielāgots izmantošanai šķiedru optiskajās sakaru sistēmās (ŠOPS) kā daudzviļņu gaismas avota risinājums.

Darbība 2.3. Uz WCOMB bāzes veidotas optisko sakaru sistēmas matemātiskā modelēšana

Notiek darbs pie šajā darbībā iepriekš izstrādātā sākotnējā daudzkanālu šķiedru optiskās pārraides sistēmas matemātiskā modeļa ar integrētu WCOMB avotu uzlabošanas un pilnveides simulācijas programmā *VPIphotonics*.

Darbība 2.4. Šķiedru optiskajā sakaru sistēmā integrēta WCOMB testēšana laboratorijā
Laboratorijas vidē ir realizēta sākotnējā optiskās pārraides sistēmas slēguma shēmas modeļa izstrāde, kurā tiks integrēts WCOMB. Šī uzdevuma realizācijai tika veikta vairāk nekā desmit nozarē atzītu žurnālu rakstu (pēc citēšanas metrikas atbilstoši pirmajai un otrajai kvartilei - Q1, Q2) un publikāciju analīze par jaunākajiem risinājumiem, kuros WCOMB tiek integrēts ŠOPS.

Darbība 4. Projekta rezultātu izplatīšana:

Darbība 4.1. Zinātnisko rakstu un konferenču tēžu publicēšana Web of Science vai SCOPUS (A vai B) datubāzēs iekļautos žurnālos vai rakstu krājumos

Atbilstoši projekta laika grafikam un plānotajai darbībai 4.1, ir veikta projekta ietvaros radīto rezultātu izplatīšana (sagatavots un apstiprināts oriģināls zinātniskais raksts) augstas ietekmes žurnālā ar citēšanas indeksu vismaz 50% no nozares vidējā rādītāja – *Quantum Electronics*.

- *Janis Braunfelds, Rihards Murnieks, Toms Salgals, Inga Brice, Tamara Sharashidze, Ilya Lyashuk, Armands Ostrovskis, Sandis Spolitis, Janis Alnis, Jurgis Porins, and Vjaceslavs Bobrovs. "Frequency Comb Generation in WGM Microsphere Based Generators for Telecommunication Applications", pp. 1-11, Quantum Electronics. (apstiprināts publicēšanai).*

Darbība 4.2.2. Tehnoloģiju tiesību - zinātības apraksts

Projektā veiktais progress eksperimentālo rezultātu iegūšanā un modelēšanā tiek dokumentēts un tiek iekļauts projekta zinātības aprakstā.