

ԱՎԵՏԻՍՅԱՆ ԱՆՆԱ

ԵՊՀ ֆիզիկայի ինստիտուտի ուսանողուհի
Էլփոստ՝ avanna501@gmail.com

ԱՎԵՏԻՍՅԱՆ ՎԱՐԴԱՆ

ԵՊՀ գերարագ օպտիկայի և ֆոտոնիկայի
գ/հ լաբորատորիայի կրտսեր գիտաշխատող, ասպիրանտ
Էլփոստ՝ vardan.avetisyan1@ysu.am

ԿՈՒՏՈՒԶՅԱՆ ԱՂԱՎՆԻ

ԵՊՀ գերարագ օպտիկայի և ֆոտոնիկայի
գ/հ լաբորատորիայի գիտական ղեկավար,
ֆիզիկամաթեմատիկական գիտությունների թեկնածու, դոցենտ
Էլփոստ՝ akutuzyan@ysu.am

Քննարկվել է գերկարճ լազերային իմպուլսների գրանցման և կառավարման խնդիրներում սպեկտրալ փուլի կարևոր դերը, շեշտադրվել են սպեկտրալ փուլի և նրա որոշման ճշգրտության կարևորությունը ֆեմտոպայրկյանային օպտիկական ազդանշանի ձևավորման և տեսքի վերականգնման խնդիրներում: Երբ օպտիկական իմպուլսը ստանում է ուժեղ զծային փուլային մոդուլյացիա, նրա ժամանակային ինտենսիվության մոդուլյացիան ուղղակիորեն կապված է դառնում սպեկտրային ամպլիտուդային տարանջմաների և սպեկտրալ փուլի հետ, իսկ փոխանցման ֆունկցիան կախված է լինում չիրպի գործակցից: Սակայն սպեկտրալ սահմանափակ իմպուլսի դեպքում այլ ֆիզիկական պարամետրեր է: Սպեկտրալ փուլային տարբեր շեղումների և աղավաղումների ազդեցությունը օպտիկական իմպուլսների ժամանակային ինտենսիվության վրա վերլուծվել է թվային մոդելավորման և անալիտիկ քննարկմամբ՝ դիտարկելով սպեկտրալ սահմանափակ իմպուլսներ: Ցույց է տրվել օպտիկական իմպուլսի տրոհումը և ուղեկցող իմպուլսների՝ «աղմուկի» առաջացումը որոշակի սպեկտրային փուլային թռիչքի պայմաններում: Հետազոտություններում դիտարկվել են ժամանակային տարբեր բնութագրերով միազագաթ և բազմազագաթ իմպուլսներ՝ գաուսյան բաշխմամբ: Թվային հետազոտություններում կիրառվել է արագ Ֆուրիե ձևափոխու-

թյան (FFT-Fast Fourier Transform) ալգորիթմը: Օպտիկական իմպուլսի սպեկտրալ փուլային խտրորումների ազդեցության քանակական վերլուծությունը կատարվել է ինտերպոլացիոն մոդարկման թվային մեթոդների կիրառմամբ՝ Matlab ծրագրային միջավայրի օգնությամբ:

Բանալի բառեր՝ գերկարճ իմպուլս, Ֆուրիե ձևափոխություն, սպեկտրալ փուլ:

Ներածություն: Հայտնի է, որ օպտիկական իմպուլսի էլեկտրական դաշտի ամբողջական բնութագրումը կարելի է տալ և՛ ժամանակային, և՛ սպեկտրալ տիրույթներում [1, 2], որոնք համարժեք են, և մեկից մյուսին անցումն ապահովում է Ֆուրիե ձևափոխություն մաթեմատիկական գործողությունը: Ժամանակային տիրույթում գերարագ իմպուլսի բնութագրումը պահանջում է ինտենսիվության բաշխման գրանցում, որն անհնար է իմպուլսի մի քանի տասնյակ ֆեմտոպայրկյան և ավելի կարճ տևողությունների դեպքում գերարագ օսցիլոգրաֆի բացակայության պատճառով: Դա է պատճառը, որ գերկարճ իմպուլսների բնութագրման և գրանցման մեթոդների զգալի մասը՝ SPIDER [3], SPIRIT [4], MIIPS [5-10] և այլն, գրանցում է կատարում սպեկտրալ տիրույթում, որից հետո անցում է կատարվում ժամանակային տիրույթ: Իմպուլսի ամբողջական բնութագրումը պահանջում է ոչ միայն օպտիկական սպեկտրի գրանցում, այլ նաև սպեկտրալ փուլի չափում: Հետևաբար, գերկարճ իմպուլսի բնութագրումը և տեսքի վերականգնման ճշտությունը կախված է նրա սպեկտրի և սպեկտրալ փուլի որոշման ճշտությունից: Հաշվի առնելով, որ ներկայիս սպեկտրոմետրերի ճշտությունը բավարար բարձր է, կարելի է պնդել, որ իմպուլսի տեսքի որոշման սխալանքը կախված է սպեկտրալ փուլի որոշման սխալանքից:

Լազերային իմպուլսի սպեկտրալ փուլի որոշման ճշտությունը կարևոր դեր ունի նաև գերկարճ իմպուլսի ձևավորման մեթոդներում: Գերկարճ իմպուլսի ձևավորման մեթոդների հիմքում ընկած է իմպուլսների սպեկտրալ փուլի և ամպլիտուդի ֆիլտրումը՝ կապված գերարագ ամպլիտուդային մոդուլացման դժվարության հետ: Այն առաջին անգամ առաջարկվել և կիրառվել է [11] աշխատանքի հեղինակների կողմից: Ձևավորման սխեման բաղկացած է երկու դիֆրակցիոն ցանցերից, նրանց միջև տեղադրված երկու ուսպնյակներից, որոնց ֆոկալ հարթության մեջ տեղադրվում է ֆիլտրը, օրինակ՝ հեղուկ բյուրեղային մոդուլատորը: Առաջին դիֆրակցիոն ցանցը տարբեր հաճախականության բաղադրիչները տարածականորեն առանձնացնելու համար է, հեղուկ բյուրեղային մոդուլատորը՝ դիրքից կախված փուլային տեղաշարժեր հաղորդելու համար, իսկ

երկրորդ դիֆրակցիոն ցանցը՝ հաճախականության բաղադրիչները տարածապես վերամիավորելու համար: Փուլային բաղադրիչների արժեքները ճիշտ կարգավորելով և կոմպենսացնելով՝ հնարավոր է, օրինակ, ստանալ սպեկտրալ սահմանափակ իմպուլսներ՝ ունենալով այնքան կարճ իմպուլս, որքան թույլ է տալիս տրված սպեկտրային լայնությունը, կամ ձևավորել ավելի երկար իմպուլսներ՝ բարդ ժամանակային տեսքերով: Հետևաբար այստեղ ևս պահանջվում է սպեկտրալ փուլի որոշման և կարգավորման ճշտության վերահսկում:

Անալիտիկ քննարկում: Իմպուլսի բնութագրումը սպեկտրալ տիրույթում (Ֆուրիե պատկերում) տրվում է դանդաղ փոփոխվող լուսային դաշտի կոմպլեքս ամպլիտուդով՝ $\tilde{f}(\omega) = |\tilde{f}(\omega)| \exp[i\varphi(\omega)]$, որտեղ $\varphi(\omega)$ -ն սպեկտրալ փուլն է, և $\tilde{f}(\omega) \equiv \mathcal{F}\{f(t)\} \equiv \int_{-\infty}^{+\infty} f(t)e^{-i\omega t} dt$ -ն լուսային դաշտի՝ $f(t)$ կոմպլեքս ամպլիտուդի Ֆուրիե պատկերն է: Ընդունելով, որ սպեկտրալ փուլը կրում է խտորում, այն կարող ենք գրել $\varphi(\omega) = \varphi_0(\omega) + \delta\varphi(\omega)$ տեսքով: Այս դեպքում կոմպլեքս ամպլիտուդի համար կստանանք.

$$\tilde{f}(\omega) = |\tilde{f}(\omega)| \exp[i\varphi_0(\omega)] \exp[i\delta\varphi(\omega)] \quad (1)$$

Իմպուլսի կոմպլեքս ամպլիտուդի սպեկտրալ պատկերը առանց փուլային խտորման նշանակելով $\tilde{f}_0(\omega) = |\tilde{f}(\omega)| \exp[i\varphi_0(\omega)]$ ՝ կստանանք

$$\tilde{f}(\omega) = \tilde{f}_0(\omega) \exp[i\delta\varphi(\omega)] \quad (2):$$

Իմպուլսի տեսքի ֆունկցիոնալ նկարագիրը, փաթույթի թեորեմի համաձայն [2], այս դեպքում կտրվի

$$I(t) = |\tilde{f}_0(\omega) \otimes \exp[i\delta\varphi(\omega)]|^2 \quad (3)$$

արտահայտությամբ: Սպեկտրալ փուլի որոշման սխալանքի ազդեցությունը իմպուլսի տեսքի վերականգնման վրա քանակապես գնահատելու համար կազմենք իրական դաշտի և չափման արդյունքում փուլային սխալանք կրող իմպուլսների դաշտերի միջին քառակուսային սխալը՝

$$\varepsilon = \|f_0(t) - f(t)\| = \left[\int_{-\infty}^{+\infty} |f_0(t) - f(t)|^2 dt \right]^{1/2} \quad (4):$$

Համաձայն Պարսևալի թեորեմի, այն է՝ $\int_{-\infty}^{+\infty} |g(t)|^2 dt = \frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{+\infty} |\mathcal{F}\{g(t)\}|^2 d\omega$, կարող ենք (4) արտահայտությունը ներկայացնել՝

$$\varepsilon = \frac{1}{2\pi} \left[\int_{-\infty}^{+\infty} |\tilde{f}_0(\omega) - \tilde{f}(\omega)|^2 d\omega \right]^{1/2} = \frac{1}{2\pi} \|\tilde{f}_0(\omega) - \tilde{f}(\omega)\| \quad (5):$$

Ստացվում է, որ ժամանակային տիրույթում իմպուլսի բնութագրման սխալանքի գնահատումը համարժեք է սպեկտրալ տիրույթում իմպուլսի վերականգնման սխալանքի գնահատմանը: Այս հատկությունը թույլ է տալիս իմպուլսի տեսքի վերականգնման սխալանքի գնահատումը տեղափոխել սպեկտրալ տիրույթ, ինչն էապես պարզեցնում է հաշվարկները: Մասնավորապես (2) հավասարման մեջ փուլի փոքր վարիացիաների դեպքում շարքի վերլուծման առաջին կարգի մոտավորության հաշվառմամբ կստանանք՝ $\tilde{f}(\omega) = \tilde{f}_0(\omega) - i\tilde{f}_0(\omega)\delta\varphi(\omega)$ և ε -ի համար կհանգենք հետևյալ արտահայտությանը՝

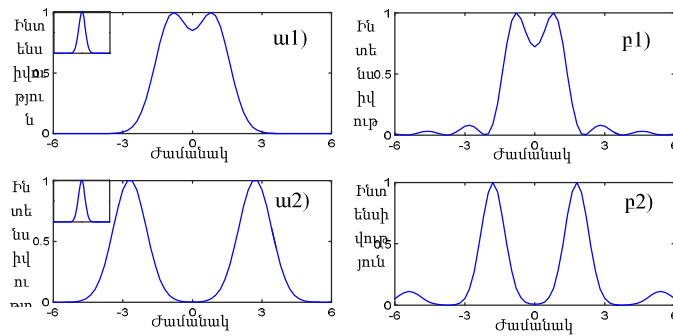
$$\varepsilon = \frac{1}{2\pi} \left[\int_{-\infty}^{+\infty} |\tilde{f}_0(\omega)\delta\varphi(\omega)|^2 d\omega \right]^{1/2} \quad (6),$$

կամ որ նույնն է՝ $\varepsilon = \|\tilde{f}_0(\omega)\delta\varphi(\omega)\|$: Այսինքն՝ փուլի փոքր $\delta\varphi(\omega)$ խոտորումը դաշտի բնութագրման սխալանքի մեջ մտնում է կոմպլեքս ամպլիտուդի հետ արտադրյալի տեսքով, ինչը նշանակում է, որ դաշտի էներգակիր հատվածում ունենում է ավելի մեծ կշռով ներդրում:

Թվային հետազոտություն, արդյունքների քննարկում: Իմպուլսի ժամանակային ինտենսիվության վրա սպեկտրալ փուլի որոշիչ դերը բացահայտելու նպատակով կատարված թվային հետազոտություններում դիտարկվել են գաուսյան բաշխմամբ իմպուլսներ, էլեկտրական դաշտը ներկայացնելով $f(t) = A \exp\left[-\frac{1}{2}\left(\frac{t}{\Delta t}\right)^2\right]$ տեսքով, որտեղ իմպուլսի A - ն ամպլիտուդն է, t - ն ժամանակային կոորդինատը, Δt - ն իմպուլսի տևողությունը որոշող բնութագիրը, որը կիսաբարձրության վրա իմպուլսի T տևողության հետ կապված է $\Delta t \approx T/1.76$ առնչությամբ [1]:

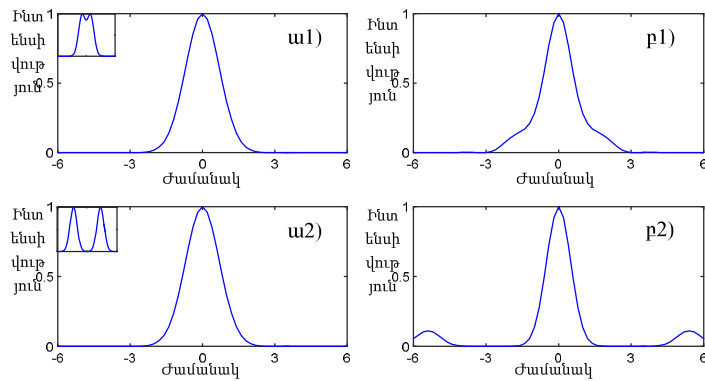
Լազերային իմպուլսի տեսքի վրա նրա սպեկտրալ փուլի ազդեցությունը գնահատելու համար նախ կատարվել են թվային հետևյալ ուսումնասիրությունները. ձևավորվել են տեսքերով իրարից խիստ տարբերվող երկու իմպուլսներ, կատարվել նրանց միջև սպեկտրալ փուլերի փոխանակում և գրանցվել ստացված նոր իմպուլսները: Մասնավորապես սկզբում թվային մոդելավորվել են երկու իմպուլսներ՝ գաուսյան և երկգագաթ՝ $f(t) = A_1 \exp\left[-\frac{1}{2}\left(\frac{t+\tau_1}{\Delta t}\right)^2\right] + A_2 \exp\left[-\frac{1}{2}\left(\frac{t+\tau_2}{\Delta t}\right)^2\right]$, որտեղ τ_1 -ն և τ_2 -ը համա-

պատասխան ժամանակային շեղումներն են: Այնուհետև հաշվարկվել են այդ իմպուլսների Ֆուրիե պատկերները, որից հետո սպեկտրալ տիրույթում ձևավորվել է գաուսյան իմպուլսի սպեկտրալ ամպլիտուդը և երկգագաթ գաուսյան իմպուլսի սպեկտրալ փուլը կրող նոր իմպուլս և կատարվել հակադարձ Ֆուրիե ձևափոխություն: Եվ ինչպես տեսնում ենք նկ. 1-ում, ձևավորված իմպուլսները ($p1$, $p2$), կրելով երկգագաթ իմպուլսի սպեկտրալ փուլը, վերածվել են երկգագաթի: Երկգագաթ իմպուլսի սպեկտրալ փուլն ունի խիստ մոդուլացված ֆունկցիոնալ տեսք, ինչի շնորհիվ գաուսյան իմպուլսը տրոհվում է երկու մասի՝ նմանվելով երկգագաթ իմպուլսին:



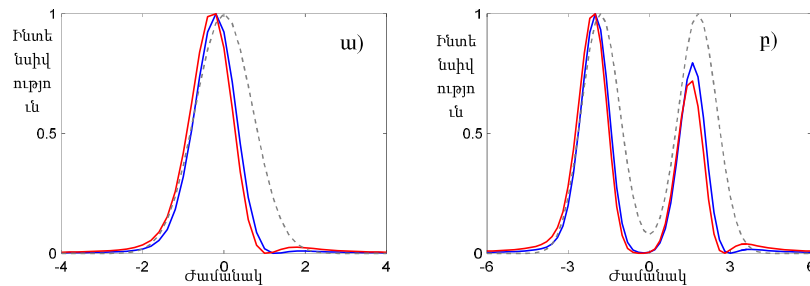
Նկար 1: Գաուսյան և երկգագաթ իմպուլսների սպեկտրալ փուլերի փոխանակմամբ նոր իմպուլսների ձևավորում: Երկգագաթ իմպուլսների գագաթների միջև ժամանակային հեռավորությունը կազմում է իմպուլսի տևողությանը հավասար ($a1$) և երկու անգամ մեծ ($a2$): Ձևավորված իմպուլսները ($p1$, $p2$) կրում են գաուսյան իմպուլսի սպեկտրալ ամպլիտուդը և երկգագաթ իմպուլսների սպեկտրալ փուլերը:

Ընդ որում շատ ավելի լավ կրկնություն է ստացվում, երբ գագաթների ժամանակային հեռավորությունը շատ ավելի մեծ է, քան նրանց տևողությունը: Նույնպիսի պատկեր ստացվում է, երբ ձևավորումը կատարվում է հակառակ կերպով՝ ձևավորվող իմպուլսը կրում է երկգագաթ իմպուլսի սպեկտրալ ամպլիտուդը և գաուսյան իմպուլսի սպեկտրալ փուլը (նկար 2): Այս դեպքում, ինչպես տեսնում ենք, ձևավորված իմպուլսը նման է ստացվում գաուսյան իմպուլսի, այսինքն՝ այն իմպուլսին, որի սպեկտրալ փուլն է կրում (նկ. 2, $p1$, $p2$): Ընդ որում այստեղ նույնպես նկատվում է նույն օրինաչափությունը՝ իմպուլսում գագաթների հեռավորության մեծացմանը զուգընթաց ունենում ենք ավելի լավ կրկնություն: Այս կերպ ձևավորված իմպուլսների տեսքի գրանցումներ կատարվել են՝ դիտարկելով երկգագաթ իմպուլսի գագաթների միջև տարբեր ամպլիտուդներ և տարբեր ժամանակային հեռավորություններ, որոնց դեպքում ևս պահպանվել են նշված հատկությունները:



Նկար 2: Գաուսյան և երկգագաթ իմպուլսների սպեկտրալ փուլերի փոխանակմամբ նոր իմպուլսների ձևավորում: Երկգագաթ իմպուլսների (վերևի ձախ անկյունի ենթանկարներ) գագաթների միջև ժամանակային հեռավորությունները կազմում են իմպուլսի տևողությանը հավասար (ա1) և երկու անգամ մեծ (ա2) հեռավորություն: Ձևավորված իմպուլսները (p1, p2) կրում են երկգագաթ իմպուլսների սպեկտրալ ամպլիտուդները և գաուսյան իմպուլսի սպեկտրալ փուլը:

Ամփոփելով վերը քննարկված արդյունքները՝ կարելի է պնդել, որ լազերային իմպուլսի տեսքի մասին ինֆորմացիայի զգալի մասը կրում է իմպուլսի սպեկտրալ փուլը: Դա նշանակում է, որ գերկարճ իմպուլսի տեսքի վերականգնման խնդիրներում շատ ավելի կարևոր է սպեկտրալ փուլի չափման ճշտությունը, քան սպեկտրի գրանցմանը: Քննարկված հատկությունը ընդգծում է իմպուլսի տեսքի վրա սպեկտրալ փուլի խոտորումների, շեղումների ներդրման քանակական վերլուծության հետազոտության կարևորությունը: Այս աշխատանքում մենք կատարել ենք նաև լազերային իմպուլսի տեսքի վրա սպեկտրալ փուլի շեղման ներդրման ուսումնասիրությունը, որի նպատակով դիտարկել ենք այն դեպքը, երբ սպեկտրալ փուլի կեսը մյուս կեսի նկատմամբ ունենում է հաստատուն թռիչք: Սպեկտրալ փուլային թռիչքը տրվել է 0.1 – 1 ռադ. արժեքների տիրույթում:



Նկար 3: Գաուսյան և երկգագաթ իմպուլսների սպեկտրալ փուլերի կեսերին տրված փուլային թռիչքի ազդեցությունը իմպուլսների տեսքերի վրա: Գաուսյան և երկգագաթ իմպուլսները համապատասխանաբար ա) և բ) կետագիծ կորերն են, փուլային թռիչք կրող իմպուլսները՝ ա) և բ) հոծ կորերը: Կապույտ կորերում $\Delta\phi$ փուլային թռիչքի մեծությունը կազմել է համապատասխանաբար 0.7 ռադ., իսկ կարմիր կորերում՝ 1 ռադ.:

Նկ. 3-ում պատկերված արդյունքներում միագազաթ և երկգազաթ իմպուլսների սպեկտրալ փուլերի կեսերին տրված $\Delta \varphi$ փուլային թռիչքը կազմել է համապատասխանաբար 0.7 և 1 ռադ. արժեքներ: Ինչպես տեսնում ենք, միագազաթ իմպուլսի դեպքում առաջանում է ուղեկցող իմպուլս, իսկ երկգազաթ իմպուլսի դեպքում, ուղեկցող իմպուլսից բացի, առաջանում է նաև աղմկային պատվանդան հիշեցնող հիմք և շեղում, ստացած գազաթի բարձրությունը նույնպես փոփոխվում է (նկ. 3 բ):

Եզրակացություն

Լազերային իմպուլսի տեսքի վրա սպեկտրալ փուլի շեղումների ներդրման քանակական վերլուծության և թվային հետազոտության արդյունքների հիման վրա ցույց է տրվել, որ իմպուլսի տեսքի մասին ինֆորմացիայի զգալի մասը կրում է նրա սպեկտրալ փուլը: Ցույց է տրվել, որ իմպուլսի տրոհում և նկատելի ուղեկցող իմպուլսների առաջացում տեղի է ունենում, երբ սպեկտրալ փուլի կեսին տրվում է հաստատուն 0.5 ռադ. և ավելի աճ: Իմպուլսի տեսքի աղավաղումների քանակական վերլուծության արդյունքում ցույց է տրվել, որ սպեկտրալ փուլի կեսին տրված 0.7-1 ռադ. հաստատուն փուլային աճը կարող է հանգեցնել իմպուլսի տեսքի մոտ 20% և ավելի աղավաղումների:

Օգտագործված գրականության ցանկ

1. S. A. Akhmanov, V. A. Vysloukh, and A. S. Chirkin, Optics of Femtosecond Laser Pulses (AIP, 1992).
2. G. P. Agrawal, Nonlinear Fiber Optics, 6th ed., ISBN: 9780128170434 (Academic Press Elsevier Science, Rochester, United States of America, 2019).
3. C. Iaconis and I. A. Walmsey, “Spectral phase interferometry for direct electric-field reconstruction of ultrashort optical pulses,” Opt. Lett. 23, 792–794 (1998).
4. V. Messenger, F. Louradour, C. Froehly, and A. Barthelemy, “Coherent measurement of short laser pulses based on spectral interferometry resolved in time,” Opt. Lett. 28, 743–745 (2003).
5. V. V. Lozovoy, I. Pastirk, and M. Dantus, “Multiphoton intrapulse interference. IV. Ultrashort laser pulse spectral phase characterization and compensation,” Opt. Lett. 29, 775–777 (2004).
6. B. Xu, J. M. Gunn, M. Dela Cruz, V. V. Lozovoy, and M. J. Dantus, “Quantitative investigation of the multiphoton intrapulse interference phase scan

method for simultaneous phase measurement and compensation of femtosecond laser pulses,” J. Opt. Soc. Am. B 23, 750–759 (2006).

7. Minas Sukiasyan, Narek Karapetyan, Hrach Toneyan, Aghavni Kutuzyan, and Levon Mouradian, “Measurement of the ultrashort pulse spectral phase based on dispersive Fourier transformation” Applied Optics, 58, 2817-2822 (2019).

8. M. Sukiasyan, A. Kutuzyan, “Determination of the Spectral Phase of Femtosecond Pulses based on Frequency-to-Time mapping”, oral presentation in Frontiers in Optics / Laser Science, OSA Technical Conference 14 – 17 September, Washington, DC, United States, paper LW7G.1 (2020).

9. A. Kutuzyan, M. Sukiasyan, "Novel technique of ultrashort signal characterization based on dispersive Fourier transformation" invited speaker International Conference on Optical Science, Photonics and Laser Advancements”, ICOPPL-2020, Session 7: Lasers and Nonlinear Optics, Rome, Italy, June 8-9 (2020).

10. A. Zeytunyan, G. Yesayan, L. Mouradian, A. Kutuzyan, “Self-referencing similariton-based spectral interferometry for ultrashort pulse complete characterization,” Optics Communications, 552, 130059 (2024).

11. A. M. Weiner, J. P. Heritage, and E. M. Kirschner, "High-resolution femtosecond pulse shaping," J. Opt. Soc. Am. B 5, 1563-1572 (1988).

THE INFLUENCE OF SPECTRAL PHASE VARIATIONS AND DISTORTIONS ON THE ULTRASHORT PULSE PROFILE

AVETISYAN ANNA

Student of the Institute of Physics, YSU

e-mail: avanna501@gmail.com

AVETISYAN VARDAN

PhD student, Junior Researcher

of Ultrafast Optics and Photonics Research Laboratory, YSU

e-mail: vardan.avetisyan1@ysu.am

KUTUZYAN AGHAVNI

Associate Professor, Doctor of Physics,

Head of the Ultrafast Optics and Photonics Research Laboratory, YSU

e-mail: akutuzyan@ysu.am

The important role of spectral phase in ultrashort laser pulse registration and control problems was discussed, the spectral phase modulation as well as registration

accuracy importance in femtosecond optical signal shaping and pulse reconstruction problems were emphasized. When the optical pulse receives a strong linear phase modulation, its temporal intensity modulation becomes directly related to the spectral amplitude fluctuations and the spectral phase, whereas the transfer function depends on the chirp factor. However, the physical pattern is different in the case of a spectrally limited pulse. The effect of various spectral phase variations and distortions on the temporal intensity profile of optical pulses was analyzed by numerical simulation and discussed considering spectrally limited pulses. The splitting of the optical pulse and the onset of a high-level pedestal under certain spectral phase jump conditions were demonstrated. Single-peak and multi-peak pulses with Gaussian distribution were considered in the research. The Fast Fourier Transform (FFT) algorithm was used in numerical *research*. The quantitative analysis of the effect of spectral phase changes of the optical pulse was performed using numerical methods of interpolation approximation by means of the Matlab software environment.

Keywords: *ultrashort pulse, Fourier transform, spectral phase.*

ВЛИЯНИЕ ВАРИАЦИЙ И ИСКАЖЕНИЙ СПЕКТРАЛЬНОЙ ФАЗЫ НА ПРОФИЛЬ УЛЬТРАКОРОТКОГО ИМПУЛЬСА

АВETИСЯН АННА

Студентка Института физики ЕГУ

электронная почта: avanna501@gmail.com

АВETИСЯН ВАРДАН

Аспирант, младший научный сотрудник н/и лаборатории

сверхбыстрой оптики и фотоники ЕГУ

электронная почта: vardan.avetisyan1@ysu.am

КУТУЗЯН АГАВНИ

Кандидат физико-математических наук, доцент

Научный руководитель н/и лаборатории

сверхбыстрой оптики и фотоники ЕГУ

электронная почта: akutuzyan@ysu.am

Обсуждалась роль спектральной фазы при регистрации ультракоротких лазерных импульсов и управлении ими. Особенно, подчеркивалась важность спектральной фазы и точности ее регистрации в задачах формирования фемтосекундного оптического сигнала и восстановления формы импульса. При

получении оптическим импульсом сильной линейной фазовой модуляции, его модуляция интенсивности по времени становится непосредственно связана с колебаниями спектральной амплитуды и со спектральной фазой, а передаточная функция зависит от коэффициента чирпа. Однако, в случае спектрально-ограниченного импульса, физическая картина меняется. Влияние различных вариаций и искажений спектральной фазы на временной профиль интенсивности оптических импульсов анализировалось методом численного моделирования и аналитического обсуждения при наблюдении спектрально-ограниченных импульсов. Продemonстрировано расщепление оптического импульса и появление сопутствующих импульсов (“шума”) в виде высокоуровневого пьедестала при определенных условиях спектрального фазового скачка. В исследовании рассматривались однопиковые и многопиковые импульсы с гауссовым распределением и различными временными характеристиками. В численных исследованиях использовался алгоритм быстрого преобразования Фурье (FFT- Fast Fourier Transform). Количественный анализ влияния спектральных фазовых вариаций оптического импульса проводились с использованием численных методов интерполяционной аппроксимации с помощью программной среды Matlab.

The splitting of the optical pulse and the onset of a high-level pedestal under certain spectral phase jump conditions were demonstrated.

Ключевые слова: ультракороткий импульс, преобразование Фурье, спектральная фаза.

Հոդվածը ներկայացվել է խմբագրական խորհուրդ 20.01.2024թ.:

Հոդվածը գրախոսվել է 03.02.2024թ.:

Ընդունվել է տպագրության 17.05.2024թ.: