

SÍZÍQLÍ EMES OPTIKANÍŇ EKINSHI GARMONIKALÍQ GENERACIYASÍNDÁ ÚSH TOLQÍNLÍ ÓZ ARA TÁSIRLESIWLER

J.O.Akimova – *fizika-matematika ilimleriniń kandidati, docent*

Ajiniyaz atındaǵı Nókis mámleketlik pedagogikalıq institutı

Tayanch so'zlar: nochiziqlı optika, generatsiya, izotrop, sinxronizm, anizotrop, kogerentlik.

Ключевые слова: нелинейная оптика, генерация, изотропия, синхронизм, анизотропия, когерентность.

Key words: nonlinear optics, generation, isotropy, synchronism, anisotropy, coherence.

Kirisiw. Aq jaqtılıq, móldir deneler arqalı ótip, bir bólegi jutıladı hám boyaladı. Biraq kózge kórinbeytuǵın infraqızıl lazer nurı, arnawlı kristall arqalı ótip, jasıl boladı. Bunday túrdegi qubılıslar jiyilikli spektrdiń sızıqlı emes ózgeriwın hám jaqtılıq tolqınıń dástesiniń keńislikli formasın úyreniwshi ilim esaplanǵan sızıqlı emes optikaǵa tiyisli boladı.

Kogerentlik optikalıq nurlanıw deregi – lazer jaqtılıǵı zat penen óz ara tásirinde optikalıq móldir izotrop ortalıqta terbelis jiyiliginiń ózgeriwisiz tuwrı sızıqlı taralsa, onda sızıqlı emes optikada bul basqasha bolıp ótedi [1,5]. Sızıqlı emes optikalıq qubılıslar kvanthıq teoriya tiykarında, ω jiyiliktegi elektromagnit tolqınlar ótiw waqtında ortalıqta tek usı jiyilikte emes, al basqa jiyiliklerde de terbelisler, misalı, 2ω , 3ω hám t.b. kórsetkishlerdiń eselengen jiyiliklerinde payda boladı. Optikalıq diapazonda bul qubılıs quwatlı lazerlik nurlarda, sızıqlı emes optikalıq kristallarda baqlanadı. Bunday halda dielektriklik beyimlilik χ hám zattıń dielektriklik polyarlıǵı P quramalı túrde tolqınıń elektr maydanınıń E kernewiligine baylanıslı boladı [2,9]:

$$P = \chi E_0 + \chi^{(2)} E^2 + \chi^{(3)} E^3 + \dots, \quad (1)$$

yaǵnıy, zattıń elektr maydanına reakciyası tek ǵana E birinshi dárejesine emes, al bir qansha joqarı dárejelerge proporcional boladı. Eger jaqtılıq tolqınıń elektr maydanınıń kernewiligine waqtıń garmonikalıq funkciyası esaplanatuǵın bolsa, onda birdey jiyiliktegi eki garmonikalıq funkciyanıń (misalı, E^2) kóbeymesi eki eselengen jiyiliktegi funkciyaǵa alıp keledi. Bul zattıń polyarlılıǵı sebepli bolǵan ańlatpada 2ω jiyiliktegi terbelisler qatnasatuǵınlıǵın bildiredi. Sonlıqtan, ortalıq 2ω jiyiliktegi tolqınlar da nurlandıradı. Bul qubılıs ekinshi garmonikanıń generaciyası boladı.

ω_1 hám ω_2 jiyiliktegi eki tolqınıń taralıwı jaǵdayında $\omega_3 = \omega_1 + \omega_2$ hám $\omega_3' = \omega_1 - \omega_2$ jiyiliklerdegi tolqın terbelisleri kelip shıǵadı. Onda ortalıq sáykes keliwshi jiyiliklerdegi tolqınlar da nurlandıradı hám bul qubılıslar summalıq hám ayırmalı jiyiliklerdiń generaciyası dep ataladı. ortalıq ω_3 jiyiliktegi nurlanıw ótiw waqtında ortalıqtıń $\omega_3 = \omega_1 + \omega_2$ uqsaqan bir waqıtta eki ω_1 hám ω_2 jiyiliktegi terbelisleri bolıwı múmkin. Bul qubılıs jaqtılıqtıń parametrik generaciyası boladı.

Barlıq sızıqlı emes processler P nıń E ge kvadratlı baylanıslılıǵına tiykarlanǵan úsh tolqınlı óz ara tásir etiwge kirisedi.

Lazerli nurlanıw kóplegen jaǵdaylarda nurlanıwdıń belgilengen jiyiligine ω_0 iye (organikalıq boyawlardaǵı lazerler hám titanlı sanfırdegi lazerden basqa, olar $\Delta\omega < \omega_0$ salıstırmalı kishi diapazonda nurlanıw jiyiligin bir tegis baǵdarlawǵa boladı). Úsh tolqınlı óz ara tásir etisiw generaciyalawshi tolqınlar dıń jiyilik diapazonın $\Delta\omega - \omega_0$ generaciya jiyiligi menen salıstırıw múmkin bolǵan shamaǵa deyin keńeytiwge múmkinshilik beredi.

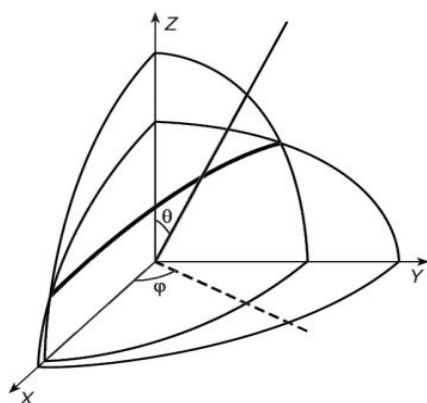
Ańlatpadaǵı tek ǵana P nıń E ge kvadratlı baylanıslılıǵın esapqa alamız, sebebi nurlanıw intensivligi joqarılaǵan waqıtta tek usı quram payda boladı. Biraq, kublıq hám

joqarıraq dárejedegi baylanıslar bunnan da qızıǵıraq qubılıslardı baqlawǵa boladı, misalı, joqarı garmonikalıq generaciyası (úshinshi, tórtinshi hám t.b). Bul dáslepki nurlanıw jiyiliginen onlaǵan ese joqarı bolǵan jiyiliktegi kógerentli nurlanıwdı alıwǵa boladı.

Sızıqlı emes óz ara tásirde ámelge asırıw ushın zattıń polarizaciyanıwı elektr maydanınıń kernewiligine sızıqlı emes baylanıslılıqqa iye ortalıq – sızıqlı emes optikalıq kristall talap etiledi. Onıń qásiyetlerin hám tolqınlar dıń úsh tolqınlı óz ara tásirin baqlaw ushın qanday tiykarǵı talaplar qoyılatuǵınlıǵın konkret qubılıslarda anıqlaymız.

Sızıqlı emes optikalıq kristallda quwatlı lazerlik nurlanıw tásir astında belgili bir shártlerdi orınlaw waqtında ekinshi garmonikanıń generaciyası (EGG) baqlanadı. Bunıń ushın birinshiden, nurlanıwdıń jetkilikli dárejedegi intensivligi talap etiledi. (1) Tolqınıń elektr maydanınıń kernewiligine qansha joqarı bolsa (demek, kernewiliktiń kvadratına proporcional bolǵan intensivlikte), sızıqlı emes dúziwshilerdiń polarizaciyanıwına bolǵan úlesi sonsha úlken boladı (1). Misalı, tolqın uzınlıǵı 1,06 mkm bolǵan neodimli lazerdiń infraqızıl (IK) nurlanıwı ushın tolqın uzınlıǵı 0,53 mkm bolǵan ekinshi garmonikalıq nurlanıwı intensivlik $I \sim 10^7$ Vt/sm² bolǵanda baqlanadı. Intensivliktiń bunday mánisin alıw ushın ádette, impulsli lazerdi qollanadı, yaǵnıy, dawamlılıǵı t bolǵan qısqa jaqtılıq impulslerin nurlandırwshı lazer.

Onnan basqa, S jaqtılıq dástesiniń kese kesiminiń maydanın kishireytiw múmkin. Bul jaǵdayda talap etiletuǵın intensivlik jaqtılıq impulsiniń E energiyasınıń onsha úlken bolmaǵan salıstırmalı mánislerinde erisiledi. Misalı, $t = t^{-6}$ s, $S = 0,1 \text{ mm}^2$, $E = 10^{-6}$ Dj, $I = 10^7$ Vt/sm². Házirgi zaman lazerleri dawamlılıǵı bir neshe femtosekund bolǵan jaqtılıq impulslerin generaciyalawǵa múmkinshilik beredi, bul nurlanıwdıń ortalıq arqalı ótiwinde sızıqlı emes effektlerdi esapqa alıwdı tikkeley talap etedi. Ekinshiden, EGG nıń áhmiyetli shárti, berilgen ortalıqtaǵı hár qıylı jiyiliklerdegi eki tolqınıń birdey fazalıq tezligi esaplanadı (bul shárt fazalıq sinxronizmiń shárti boladı). Tek ǵana usı jaǵdayda energiyanıń bir tolqınnan ekinshisine effektiv túrde beriliwı bolıp ótedi. Izotrop ortalıqlarda bul shártti orınlaw múmkin emes, sebebi normal dispersiya qubılısınıń bolıwı (fazalıq tezliktiń tolqın jiyiligine baylanıslılıǵı). Al, anizotroplıq kristallarda sızıqlı - polarizaciyanıń jaqtılıq tolqınları ushın usı shártti qanaatlandırw múmkin. Anizotrop kristalldıń sınw kórsetkishi (demek, tolqınıń fazalıq tezligi de) kristallda tarqalıw baǵıtına baylanıslı boladı. Hár qıylı polarizaciyanıw tegisliklerine iye tolqınlar ushın hár qıylı boladı. Sonlıqtan, kristallda baǵıttı tańlaǵanda hár qıylı jiyiliklerdegi eki tolqınıń sınw kórsetkishleri hám polarizaciyanıń perpendikulyar tegislikleri menen óz ara sáykes. Bul baǵıt fazalıq sinxronizmiń baǵıtı bolıp, al baǵıtlandırwshı múyeshleri sinxronizm múyeshleri dep ayıladı (1-súwret).



1-сúврет. Fazalıq sinxronizm shártin qanaatlardıwshı kristalldağı bağıt

Kristalldıń berilgen bağıtında fazalıq - sinxronizm shárti tek berilgen nurlanıw jıyılıgınıń EGG ushın gána orınlanadı. Sızıqlı emes óz ara tásir basqa túrleri bul bağıtta fazalıq sinxronizm shártin qanaatlardıra almaydı. Bul, zattıń polarizaciyanıwı hám qabıl etiwshenligi rezonanslı túrde nurlanıw jıyılıgine baylanıslı ekenligin bildiredi.

Sinxronizm múyeshleri eki óz ara perpendikulyar bolǵan polarizaciyanıwǵan tolqınlar ushın bolǵan kristalldıń $n(\theta, \varphi)$ sınw kórsetkishiniń baylanıslılıǵı bolıp esaplanıwshı ellipsoidlar kesispe menen anıqlanadı.

Házirgi waqıtta qálegen lazerlik nurlanıwǵı EGG-ın alıw múmkin bolǵan tańlawı bar [3-8]. Nurlanıw energiyasınıń bir jıyılıktan ekinshi jıyılıktegi nurlanıwda ózgeriw effektivligi kristalldı tańlawǵa baylanıslı. Bunda anıqlawshı bolıp tómendegi parametrlar esaplanadı:

- sınw kórsetkishiniń bağıtladıwshı múyeshlerge hám $n(\theta, \varphi, \omega)$ jıyılıkke baylanıslılıǵı berilgen bağıtta óz ara hárket etisiwshı tolqınlardıń jıyılıgine beredi;

- kristalldıń tınıqlılıǵınıń jıyilik diapazonı berilgen jıyilikte nurlandıw ushın kristalldı qollanıw múmkinshiligin sheklep qoyadı;

- (1) anlatpadaǵı χ^2 koefficient energiyasınıń bir tolqınnan ekinshisine beriliw effektivligin anıqlaydı.

- kristalldıń optikalıq bekkemligi – zattıń nurlanıw energiyasınıń joqarı tıǵızlıǵın uslap turıw uqıplılıǵı túsiwshı nurlanıwǵı energiya aǵımın shekleydi.

Tek usı barlıq faktorlardı esapqa alıp, berilgen nurlanıw ushın optimal kristalldı tańlaw múmkin, bul ekinshi garmonika generatorın dúziwde áhmiyetli másele bolıp esaplanadı. Eger berilgen parametrlar óz ara baylanıslı dep esaplasaq, misalı, χ^2 koefficient kristallda bağıtqa, al optikalıq bekkemlik nurlanıw jıyılıgine baylanıslı bolsa,

Ádebiyatlar

1. Дроздов А.А., Козлов С.А. Основы нелинейной оптики СПб: Университет ИТМО, – Санкт-Петербург: 2021. –С.69.
2. Розанов Н.Н. Нелинейная оптика: учеб. пособие. Ч. 1. Уравнения распространения излучения и нелинейный отклик среды. СПб: СПбГУИТМО, 2008. –С. 95.
3. Dmitriev V.G., Guryadzan G.G., Nikogosyan D.N. Handbook of Nonlinear Optical Crystals. Heidelberg: Springer-Verlag, 1991. – P. 220.
4. Bayanov I.M., Danielius R., Heinz P., Seilmeier A. Intense Subpicosecond Pulses Tunable between 4 μm and 20 μm Generated by an All-Solid-State Laser System // Opt. Commun. 1994. Vol. 113. – P. 99-104.
5. Делоне Н.Б. Нелинейная оптика. // Соросовский Образовательный Журнал. 1997. № 3. – С. 94-99.
6. Ландсберг Г.С. Оптика: учеб. пособие для вузов. –М.: Физматлит, 2003. – С. 848.
7. Слабко В.В. Нелинейно-оптические преобразования частот. // Соросовский образовательный журнал, 1999. №5. – С. 105-111.
8. Дмитриев В. Г. Нелинейная оптика и обращение волнового фронта. – М.: Физматлит, 2003.
9. Ахманов С.А., Выслоух В.А., Чиркин А.С. Оптика фемтосекундных лазерных импульсов. – М.: «Наука», 1988.

berilgen másele jetkilikli dárejede quramalı bolıp esaplanadı.

Kristalldıń barlıq qásiyetleri hám ekinshi garmonikanıń generaciyası shártleri tómendegi basqa túrdegi úsh tolqınlı óz ara tásir etiwler ushın da anıqlanadı.

Summalıq hám ayırmalıqlı jıyiliklerdiń generaciyası. Kvantlıq teoriyadan, úsh tolqınlı óz ara tásirdegi jańa nızamlılıqların ashıw múmkin. Energiyası $\hbar\omega_1$ bolǵan eki kvanttıń EGG nátiyesinde energiyası $\hbar\omega_2=2\hbar\omega_1$ bolǵan kvanttı payda etedi. Bul qubılıstı summalıq jıyiliktiń generaciyası ornında kóriw múmkin, bunda $\hbar\omega_1$ hám $\hbar\omega_2$ hár qıylı energiyalarǵa iye eki kvant $\hbar\omega_3=\hbar\omega_1+\hbar\omega_2$ úshinshi kvanttı payda etedi. Eger bul jaǵdayda generaciya-lawshı nurlanıwǵı jıyılıgı dáslepki nurlanıw jıyılıginen úlken bolsa, onda bul qubılıs spektrdiń lazerlik nurlanıwı joq bolǵan UF bóliminde kógerentlik nurlanıwı alıw ushın qollanıladı.

Sızıqlı kristallarda tolqın uzınlıǵı 185 nm ge shekem bolǵan UF jaqtılıqtıń generaciyası bolıwı múmkin. Spektrdiń kóriniwshı bóleginde CO₂-lazerlerdiń (tolqın uzınlıǵı 10,6 mkm) IK-nurlanıwınıń summalıq jıyılıginiń generaciyası dáslepki nurlanıwǵı sonday xarakteristikaların, misalı, IK-diapazon ushın qıyın bolǵan impulstıń dawamlılıǵı hám forması xarakteristikaların úyreniwge múmkinshilik beredi. Sonday-aq $\hbar\omega_3=\hbar\omega_1-\hbar\omega_2$ ayırmalı jıyiliktiń generaciyası procesinde bolıwı múmkin. Bunda generaciya-lawshı nurlanıwǵı jıyılıgı dáslepkege qaraǵanda kishi, sonlıqtan bul qubılıs ortasha hám uzaq IK-diapazonda millimetrlik tolqın uzınlılıqlarına shekem jaqtılıqtıń generaciyası ushın qollanıladı.

Kvantlar energiyaların baylanıstırıwshı anılapalar energiyasını saqlanıw nızamın bildiredi. Bul nızam úsh tolqınlı óz ara tásir etisiwdiń barlıq túrleri ushın orınlanadı.

Sheshim. Qısqasha sholıwda úsh tolqınlı óz ara tásirdegi barlıq ayrıqshalıqların kórip shıǵıw múmkin emes. Keńislikli effektlerdiń tási – jaqtılıq dástesiniń profili formasınıń tási, anizotrop kristallda dástelerdiń jılıswı, dástelerdiń ózine fokusirovkalanıwı hám t.b. talqılanbaydı. Bul jerde nurlanıwǵı kórilip atırǵan processlerge sızıqlı hám sızıqlı emes jutılıwlarınń tásin talqılaw múmkinshiligi de joq. Soǵan qaramastan, hátteki tiykarǵı faktorlardıń aytıp ótilgen kompleksli ortalıqta tolqınlardıń sızıqlı emes óz ara tásirlesiw esaplawlar ushın da, eksperimental izertlewler ushın da qansha quramalı másele ekenligi haqqındaǵı túsiniklerdi beredi. Nurlanıwǵı artıqmaslıǵı izertleniwshı obyektıń spektriniń jutılıw sızıǵına jıyilik boyınsha anıq ornatiw múmkinshiliginde iye.

REZYUME. Maqolada nurlanishning ko‘rilayotgan jarayonlarga chiziqli va nochiziqli yutilishlarining ta‘sirini tahlil qilish imkoniyati yo‘q. Shunga qaramasdan, asosiy omillarning aytib o‘tilgan kompleks muhitda to‘lqinlarning nochiziqli o‘zaro ta‘siri hisoblashlarda, eksperimental tadqiqotlarda qanchalik murakkab masala ekanligi aniqlandi.

РЕЗЮМЕ. В статье нет возможности проанализировать влияние линейного и нелинейного поглощения излучения на рассматриваемые процессы. Тем не менее, было установлено, насколько сложным является вычисление и экспериментальное исследование нелинейного волнового взаимодействия основных факторов в упомянутой комплексной среде.

SUMMARY. In this article, there is no opportunity to analyse the influence of linear and nonlinear absorption of radiation on the processes under consideration. Nevertheless, it was established how complex it is to calculate and experimentally investigate the nonlinear wave interaction of the main factors in the mentioned complex medium.

METHODS FOR INTEGRATING INFORMATION EXCHANGE BETWEEN CORPORATE SYSTEMS

O.Askaraliev – *PhD on technical sciences*

Sh.Madaminov – *researcher*

Tashkent university of information technologies named after of Mukhammad al-Kharezmiy

Tayanch so‘zlar: integratsiya, avtomatlashtirilgan axborot tizimi, universal ma’lumotlar analizatori, qaror qabul qilish moduli, ma’lumotlar integratsiyasiga yondashuvlar.

Ключевые слова: интеграция, автоматизированная информационная система, универсальный анализатор данных, модуль принятия решений, подходы к интеграции данных.

Key words: integration, automated information system, universal data analyzer, decision-making module, approaches to data integration.

Indroduction. In the modern world, one of the complex tasks in the field of information technology is the integration of systems. Sooner or later, companies will face the task of automating business processes. At the same time, the integration of information systems is divided into two parts: application integration and data integration.

Data integration in information systems should be understood as the development and support of an interface for working with data from various independent heterogeneous sources as a single data model. The source of data can be various database systems, structured data files, websites, etc. With the increase in the volume and need for sharing data, the role of integration increases.

The process of data integration is relevant both in commercial tasks and in scientific ones (to combine research results from various sources).

This paper discusses methods of integrating information systems, architectures of integration systems, mechanisms for displaying data models, and modern approaches to data integration.

Integration of information systems. Integration of information systems means the creation of a single information space of the organization, which can be achieved by combining all implemented and planned for implementation automated systems into one integrated system. The problem of integration of automated systems arises when analyzing the following areas:

- development of technologies for the possibility of producing a large number of types of products, adjustment of production tasks;
- the need to organize the system of functioning of the organization based on flexible methods and approaches;
- elimination of barriers to the exchange of information within the organization;
- increasing manageability due to organizational measures by ensuring the transparency of information flows, operational management, and making coordinated decisions;
- development of a universal unified information space for all automated systems of the organization, which

means the potential possibility of real-time interchange between different components and modules.

The following areas of integration can be distinguished: software, functional, information, technical and organizational. Software is necessary to ensure the compatibility of the functional features of software tools that are used to solve specific deterministic problems.

The functional one combines the basic elements of the information and technical infrastructure, including components, for each of which a methodology for calculating the efficiency criterion, a basic functional and analytical model, information and functional relationships between the system modules are developed. As a result, a consolidated space of local areas of operation of all modules is provided.

The information one looks at the universalization of approaches to storing, collecting, using and presenting data at various levels of the management system. In this direction, the interconnected movement of information flows between the system modules is ensured.

The technical one is necessary to provide unified hardware and computing equipment and local networks, which in their totality are the basic elements for absolutely all areas of integration. The organizational one is necessary to support and maintain the activities of personnel in the field of management.

It is necessary to constantly keep in mind the undeniable fact that there is a wide variety of automated systems. Then it becomes obvious that the integration tasks can be very diverse. Problem statement. Due to the growing needs of the organization to obtain data from external sources, it becomes necessary to automate the data integration process. To do this, it is necessary to develop an architecture for the interaction of systems, thanks to which other IS will be able to easily and safely obtain data from external sources.

Often, third-party services for one reason or another do not want to open their APIs, in such cases, you have to extract the information yourself, hence the problems that a universal data collection system solves:

1. Extracting partially structured text information from sites.