УДК 621.373.826 **DOI: https://doi.org/10.56122/..v2i2.515**

ЛАЗЕРДИК ТЕХНОЛОГИЯЛАРДЫ ИШТЕТҮҮ ЖАНА АНЫН ӨНҮГҮҮСҮ

0009-0009-2999-8808
Сооронбаева Нургул Акылбековна
Ош шаары, Ош мамлекеттик педагогикалык университети,
Sooronbaeva70@gmail.com

ПРИМЕНЕНИЕ И РАЗВИТИЕ ЛАЗЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

0009-0009-2999-8808
Сооронбаева Нургул Акылбековна
г.Ош, Ошский государственный педагогический университет,
Sooronbaeva70@gmail.com

APPLICATION AND DEVELOPMENT OF LASER TECHNOLOGIES

0009-0009-2999-8808
Sooronbaeva Nurgul Akulbekovna
Osh city, Osh State Pedagogical University,
Sooronbaeva70@gmail.com

Аннотация

Бул макалада стимулданган нурдануу кубулушуна негизделген лазердин иштөөсүнүн физикалык принциптери кеңири каралат. Лазердик нурдануунун пайда болуу механизми терең талданып, анын өзгөчөлүктөрү жана артыкчылыктары илимий негизде түшүндүрүлөт. Негизги принциптер катары популяциялык инверсия, оптикалык резонаторлор жана когеренттүү жарыкты пайда кылуу процесси өз-өзүнчө каралып, алардын лазер системасындагы ролу жана өз ара байланышы аныкталат.

Макалада лазердик технологиянын практикалык колдонулушу өзгөчө орун ээлейт. Тактап айтканда, өнөр жай тармагында лазерлердин кесүү, ширетүү жана гравюра иштеринде колдонулушу, алардын өндүрүштүн сапатын жогорулатууда жана ресурстарды үнөмдөөдө чоң мааниге ээ экени белгиленет. Ошондой эле медицина тармагында лазерлердин хирургияда, офтальмологияда жана дерматологияда колдонулушу мисалдар аркылуу талданып, алардын адам саламаттыгына тийгизген оң таасири көрсөтүлөт. Лазердик технологиялардын жогорку тактыгы, минималдуу инвазивдүүлүгү жана коопсуздугу медицинада кеңири колдонулушунун негизги себептери катары каралат.

Өзгөчө көңүл лазердик технологиялардын келечектеги өнүгүү багыттарына бурулат. Алардын ичинде ультра кыска импульстуу лазерлер микродеңгээлдеги иштетүүлөрдө чоң мүмкүнчүлүктөрдү ачары, аддитивдик өндүрүш технологиялары менен айкалышып жаңы муундагы продукцияларды түзүүгө шарт түзөөрү белгиленет.

Ошондой эле фотоника илиминин өнүгүшү жарык аркылуу маалымат берүү системаларын жакшыртууга өбөлгө түзсө, кванттык эсептөөдө лазерлердин ролу маалыматты иштетүүнүн жаңы деңгээлин камсыз кылаары баса белгиленет.

Ачкыч сөздөр: *лазер, стимулдаштырылган нурдануу, популяциянын инверсиясы, оптикалык резонатор, когеренттүү жарык, лазердик кесүү, лазердик хирургия, аддитивдик технологиялар, ультра кыска импульстар.*

Аннотация

В данной статье представлен подробный обзор физических принципов работы лазера, основанных на явлении стимулированного излучения. Подробно анализируется механизм генерации лазерного излучения, а также на научной основе объясняются его

особенности и преимущества. Основные принципы включают инверсию населенности, оптические резонаторы и процесс генерации когерентного света, а также определяется их роль и взаимосвязь в лазерной системе.

Основное внимание уделяется практическому применению лазерных технологий. В частности, отмечается, что в промышленном секторе лазеры используются для резки, сварки и гравировки, и их большое значение в повышении качества продукции и экономии ресурсов. В медицинской сфере на примерах анализируется использование лазеров в хирургии, офтальмологии и дерматологии, демонстрируется их положительное влияние на здоровье человека. Высокая точность, минимальная инвазивность и безопасность лазерных технологий считаются основными причинами их широкого применения в медицине.

Особое внимание уделяется будущим направлениям развития лазерных технологий. Среди них отмечается, что лазеры со сверхкороткими импульсами открывают большие возможности в микропроцессах, а в сочетании с аддитивными технологиями (это процесс создания объектов путем послойного добавления материалов. Он называется аддитивным производством и часто известен как 3D-печать) они создадут новое поколение продуктов.

Также подчеркивается, что развитие фотоники способствует совершенствованию систем передачи информации посредством света, а роль лазеров в квантовых вычислениях обеспечивает новый уровень обработки информации.

Ключевые слова: *лазер, стимулированное излучение, инверсия населенности, оптический резонатор, когерентный свет, лазерная резка, лазерная хирургия, аддитивные технологии, сверхкороткие импульсы.*

Abstract

This article provides a detailed overview of the physical principles of laser operation, based on the phenomenon of stimulated emission of radiation. The mechanism of laser generation is analyzed in detail, and its features and advantages are explained scientifically. Key principles include population inversion, optical resonators, and the process of coherent light generation, and their roles and interrelationships in a laser system are defined.

The article focuses on the practical applications of laser technologies. Specifically, it notes that in the industrial sector, lasers are used for cutting, welding, and engraving, and their significant role in improving product quality and conserving resources. In the medical field, examples are provided to analyze the use of lasers in surgery, ophthalmology, and dermatology, demonstrating their positive impact on human health. The high precision, minimal invasiveness, and safety of laser technologies are considered the main reasons for their widespread use in medicine.

Particular attention is given to future directions for the development of laser technologies. Among them, it is noted that ultrashort-pulse lasers open up vast possibilities in microprocessing, and when combined with additive manufacturing (a process for creating objects by adding materials layer by layer, known as additive manufacturing and often referred to as 3D printing), they will create a new generation of products.

It is also emphasized that the development of photonics is contributing to the improvement of light-based information transmission systems, and the role of lasers in quantum computing provides a new level of information processing.

Key words: *laser, stimulated emission, population inversion, optical resonator, coherent light, laser cutting, laser surgery, additive technologies, ultrashort pulses.*

Лазер - стимулдаштырылган нурдануу кубулушуна негизделген, жарык агымын күчөтүүчү уникалдуу түзүлүш. XX кылымдын эң маанилүү илимий жетишкендиктеринин бири катары таанылган бул технология 1960-жылы алгачкы ирет ийгиликтүү сыналган. Ошондон бери лазердик технологиялар байланыш каражаттарында, өнөр жайда, заманбап медицинада, аскердик коопсуздукта жана искусство тармагында революция жасады. Анын

иштөө принцибинин өзөгү болгон стимулдаштырылган нурдануу процесси жарыктын жогорку деңгээлдеги когеренттүүлүгүн жана так багытталышын камсыз кылат [6].

Биринчи лазердин жаралышы 20-кылымдагы физикадагы бурулуш учур болуп, оптикалык технологиянын жаңы доорун баштаган. Лазер илимде, медицинада жана инженерияда тез арада колдонула баштады [3].

Лазердик нурдануунун уникалдуулугу - анын курамындагы бардык фотондордун бирдей фазада жана бир багытта кыймылдагандыгында. Мындай когеренттүүлүк жана монохроматтуулук касиети лазер нурунун минималдуу чачыроо менен өтө алыс аралыкка таралышына шарт түзөт. Дал ушул физикалык өзгөчөлүктөрүнөн улам, лазер заманбап оптикада жана голографиялык сүрөттөлүштөрдү түзүүдө алмаштыргыс курал болуп саналат [6].

Лазер нурларын алуу үчүн лазердик резонатор (же оптикалык резонатор) колдонулат -бул лазердин ичинде жарык толкундарын белгилүү бир багытта кайра-кайра чагылдырып, алардын күчөшүн жана туруктуу нурга айланышын камсыз кылуучу күзгүлөр системасы. Резонатордун ролу - лазердин ичинде пайда болгон нурду кайра-кайра күчөтүп, аны туруктуу, интенсивдүү жана тыгыздалган нур менен чыгарып берүү болуп саналат**.** Дал ушул резонатордук эффект лазерди кадимки лампалардан айырмалап, анын жарыгын өтө алыс аралыктарга сапаттуу жеткирүүгө жана эң катуу материалдарды (металл, таш) кесүүгө жөндөмдүү кылган технологиялык кубатка айландырат [6].

Лазердин иштешинин негизи 1917-жылы Альберт Эйнштейн тарабынан сунушталган теория болуп саналат. Ал дүүлүккөн энергия абалындагы атом өзүнөн-өзү (өзүнөн-өзү нурлануу) гана эмес, ошондой эле тышкы фотондун таасири астында төмөнкү энергия абалына өтө алат деп сунуштаган, анын энергиясы энергия деңгээлдеринин ортосундагы энергия айырмасына дал келет. Стимулданган нурлануунун негизги өзгөчөлүгү, пайда болгон фотон аны пайда кылган фотондун так көчүрмөсү болуп саналат: анын энергиясы (жыштыгы), фазасы, таралуу багыты жана поляризациясы бирдей. Бул касиет когеренттүү жана монохроматикалык нурлануу камсыз кылат. Альберт Эйнштейн жарыктын атомдор аркылуу күчтөнүп чыгышын жана нурдануу стимулдаштырууну математикалык жактан түшүндүргөн.

Лазер технологиясы бир күндө эле пайда болгон эмес, ал алгач микротолкундарды күчөтүүдөн башталып, кийин көрүнүүчү жарыкка өткөн.

Чарльз Таунс 1954-жылы мазерди (MASER) — микротолкундарды стимулдаштырылган нурдануу аркылуу күчөтүүчү түзүлүштү ойлоп тапкан. Бул ачылыш лазердин фундаменталдык пайдубалы болгон. Таунс өзүнүн бул илимий ачылышы үчүн 1964-жылы физика боюнча Нобель сыйлыгына татыктуу болгон. Анын эмгектери жарыктын кванттык табиятын практикада колдонууга жол ачкан.

Артур Шавлов Чарльз Таунс менен биргеликте мазер принцибин көрүнүүчү жарыкка (оптикалык диапазонго) кантип өткөрүү керектигин илимий негиздеп чыгышкан. Алар 1958-жылы жарыялаган илимий макала лазердин теориялык долбоору болуп калган. Шавлов лазердин ар кандай түрлөрүнүн спектроскопиялык касиеттерин изилдеп, технологиянын практикалык колдонулушуна чоң салым кошкон.

Теориялык талаштар жүрүп жаткан кезде, 1960-жылдын 16-майында Теодор Майман дүйнөдөгү эң биринчи иштеп жаткан лазерди түзүүгө жетишкен. Ал жасалма рубин кристаллын колдонуп, кызыл түстөгү ичке нурду алган. Бул окуя "лазер доорунун" расмий башталышы деп эсептелет жана лазердин лабораториялык чиймеден реалдуу куралга айлануусун далилдеген.

Гордон Гулд — бул технологияга бүгүнкү биз билген "LASER" (Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation) деген аталышты берген адам. Ал 1957-жылы өзүнүн илимий дептерине лазердин иштөө принциптерин жана резонатордун схемаларын чийип, терминди негиздеген. Гулд өзүнүн автордук укуктары үчүн бир нече ондогон жылдар бою соттошуп, акыры көптөгөн маанилүү патенттердин ээси катары таанылган.

Кормер (1982) лазер нурдануусу менен заттын өз ара аракеттенүүсүн мындайча түшүндүрөт:

Лазердик нурдануунун зат менен өз ара аракеттенүүсү импульстун толкун узундугуна жана энергия сыйымдуулугуна көз каранды. Толкун узундугу жана энергия сыйымдуулугу ар кандай заттар менен ар башка реакцияларды пайда кылат, лазер менен түзүлгөн плазманын өзгөчөлүгү мында: лазер тарабынан түзүлгөн плазма татаал түзүлүшкө жана жогорку температурага ээ.

Лазердин энергиясы затка канчалык күчтүү таасир тийгизсе, плазма пайда кылуу мүмкүнчүлүгү ошончо чоң болот. Бул принциптер, өзгөчө физикадагы эксперименттерде жана материалдарды иштетүүдө, негизги мааниге ээ [4].

Термодинамикалык тең салмактуулуктагы кадимки шарттарда төмөнкү энергия деңгээлиндеги атомдордун саны ар дайым жогоркуга караганда көп болот (Больцман бөлүштүрүүсүнө ылайык). Ошондуктан, жарык зат аркылуу өткөндө, сиңирүү (атомдордун төмөнкү энергия деңгээлинен жогорку энергия деңгээлине өтүшү) стимулданган нурлануу караганда басымдуулук кылат. [5]

Жарыкты күчөтүү үчүн, дүүлүккөн атомдордун саны негизги абалдагы атомдордун санынан ашып кеткен активдүү чөйрөнүн өзгөчө абалын түзүү керек. Бул абал популяциялык инверсия деп аталат. Аны түзүү ар кандай насостук ыкмаларды колдонуу менен чечилген татаал техникалык маселе (системаны энергия менен камсыздоо):

Оптикалык насостоо: Активдүү чөйрөнү күчтүү жарык жаркылдаган жарык же башка лазердин нурлануусу менен нурландыруу. Электрдик насостоо: Газ аралашмасы же жарым өткөргүч p-n өткөөлү аркылуу электр тогун өткөрүү.

Химиялык насостоо: Химиялык реакциялардын энергиясын пайдалануу.

Күчтүү лазер нурун түзүү үчүн популяциянын инверсиясы гана жетишсиз. Ар бир фотон стимулданган нурлануунун көчкүсүн ишке ашырууга үлгүрүшү үчүн, активдүү чөйрө аркылуу нурдануунун бир нече жолу өтүшүн камсыз кылуу зарыл. Бул үчүн лазер активдүү чөйрөнүн четтеринде бири-бирине параллель жайгашкан эки күзгү системасынан турган оптикалык резонатор менен жабдылган. Бир күзгү толук чагылдыруучу кылып жасалган, экинчиси чыгуу күзгү, жарым тунук.

Кесүү жана ширетүү: Күчтүү була жана CO_2 лазерлери металлдарды, пластмассаларды, керамикаларды жана композиттерди оңой иштетет. Лазердик кесүү кемчиликсиз жылмакай, бырышсыз четтерди пайда кылат, ал эми ширетүү материалды бурмалабай, бекем, таза тигиштерди жаратат. Белгилөө жана гравюралоо: Лазерлер металл жана айнектен баштап пластик жана булгаарыга чейин каалаган материалга туруктуу белгилерди, QR коддорду, логотиптерди жана татаал сүрөттөрдү чаптоо үчүн колдонулат.

Кошумча өндүрүш (3D басып чыгаруу): Тандалма лазердик эритүү (SLM) жана чөкмө (DED) технологиялары металл порошогунан татаал бөлүктөрүн катмар-катмар "өсүшүнө" мүмкүндүк берет, бул салттуу ыкмалар менен мүмкүн эмес.

Лазердин жардамы менен объектилердин көлөмдүк сүрөттөлүшүн линзасыз алуу голография деп аталат («голос»-толук, «графо»-жазам).

Голография толкун фронтун калыбына келтирүү жолу менен оптикалык сүрөттөлүштү алууга негизделген.

Голография толкундун амплитудасын гана эмес, фазасын да сактоого мүмкүндүк берет, бул үч өлчөмдүү сүрөт тартууну мүмкүн кылат [2].

Голограмма 3D-эффектти жана объекттин толук маалыматын сактай алат, ал эми жөнөкөй сүрөттүн артыкчылыгы болгондой жөн гана жарык күчүн сактабайт. Оптикалык маалыматты иштетүү санариптик ыкмаларга салыштырмалуу артыкчылыкка ээ, б.а. голография жана лазердик системалар маалыматты тез жана натыйжалуу иштетүүдө санариптик технологияларга салыштырмалуу бир канча артыкчылыкка ээ [2].

Медицинада лазерлер жогорку тактыктагы "жеңил скальпель" катары колдонулат, бул айланадагы ткандарга минималдуу зыян келтирүү менен манипуляцияларды жүргүзүүгө мүмкүндүк берет. Хирургия: CO_2 лазерлери жалпы хирургияда кан

тамырлардын бир эле учурда коагуляциясы менен ткандарды диссекциялоо үчүн колдонулат, бул кан жоготууну азайтат. Офтальмологияда эксимер лазерлери көрүүнү коррекциялоо үчүн (LASIK, PRK), ал эми стоматологияда кариести жана тиштерди агартууну дарылоо үчүн колдонулат.

Лазердин ойлоп табылышы менен бирге эле анын көп тармактуу колдонулушу да башталган. Медицинада хирургиялык операциялар, илимде спектроскопия жана материалдарды анализдөө, техникада оптикалык байланыш системалары мүмкүн болгон [3].

Дерматология жана косметология: Боёк лазерлери жана неодим лазерлери жөргөмүш тамырларын, татуировкаларды, пигменттик тактарды жана керексиз түктөрдү натыйжалуу жок кылат. Бөйрөктөгү таштын фрагментациясы (литотрипсия) да лазерлердин жардамы менен жүргүзүлөт.

Диагностика жана терапия: Лазердик Допплер агымын өлчөө кандын микроциркуляциясын өлчөйт, ал эми төмөнкү деңгээлдеги лазердик терапия (ТДЛТ) жарааттын айыгышын тездетүү жана ооруну басаңдатуу үчүн колдонулат.

Лазердик колдонуунун түрлөрү:

Лазердин түрү Толкун узундугу Негизги колдонуулар

CO_2-лазери 10.6 мкм Өнөр жайында кесүү, ширетүү, гравировка; хирургия

Була лазери 1.06 мкм Өнөр жайында металл иштетүү, телекоммуникация

Nd:YAG-лазери 1.064 мкм Микрокайра иштетүү, литотрипсия, офтальмология

Эксимер лазери 0.193-0.351 мкм Көрүүнү коррекциялоо (LASIK), микроэлектроника

Боёк лазери жөнгө салынуучу Илимий изилдөөлөр, дерматология

Лазердик технологияларды өнүктүрүү кубаттуулукту жогорулатууга, импульстардын узактыгын кыскартууга, орнотуулардын өлчөмүн жана баасын азайтууга жана жаңы спектрдик диапазондорду изилдөөгө багытталган.

1. Өтө кыска импульстуу лазерлер (фемтосекунд жана аттосекунд): Бул лазерлер укмуштуудай кыска мөөнөттүү импульстарды (10^{-15} – 10^{-18} с) пайда кылат. Импульс учурунда жылуулук айланадагы материалга өтүүгө убакыт таппайт, бул муздак абляцияны камсыз кылат — затты жанаша жайгашкан жерлерге зыян келтирбестен нанометрдик тактык менен буулантат. Бул нанокурулмаларды түзүү, морт материалдарды жогорку тактыкта иштетүү жана өтө тез химиялык жана биологиялык процесстерди изилдөө үчүн мүмкүнчүлүктөрдү ачат[5].

2. Кошумча өндүрүш жана жаңы материалдар үчүн лазерлер: Келечек функционалдык жактан иргелген материалдарды жана ылайыкташтырылган касиеттери бар металл матрицалык композиттерди 3D басып чыгаруу үчүн "акылдуу" лазердик системаларды түзүүдө жатат.

3. Фотоника жана кванттык технологиялар менен интеграция: Лазерлер электрондук схемаларды алмаштырып жаткан фотондук интегралдык схемалардын негизги элементи болуп саналат. Алар ошондой эле кванттык компьютерлер (кубиттерди башкаруу үчүн) жана кванттык байланыш системалары үчүн абдан маанилүү, алар тыңшоодон толук коргоону камсыз кылат.

4. Жашыл лазерлер жана айлана-чөйрө: Лазердик технологиялар экологиялык маселелерди чечүү үчүн өнүгүп жатат: кайра иштетүү үчүн лазердик калдыктарды бөлүү, беттерден булгоочу заттарды лазер менен жок кылуу жана башкарылуучу термоядролук синтез (лазердик синтез). Күчтүү лазердик импульстардын жардамы менен атомдорду бириктирип, энергия алуу процесси ишке ашса, адамзат чексиз жана таза энергия булагына ээ болот. Бул технология көмүр кычкыл газынын бөлүнүшүн токтотуп, радиоактивдүү калдыктар маселесин чечүү менен планетанын климатын сактап калууга чоң салым кошот. Ошентип, лазерлер заманбап илимдин тили менен айтканда, туруктуу өнүгүүнүн жана «жашыл» келечектин негизги тирегине айланууда[1].

Лазердик технологиялар фундаменталдык физикалык идеядан заманбап технологиялык тартиптин пайдубалына айланууга чейин узак жана татаал жолду басып

өттү. XX кылымдын ортосунда илимий ачылыш катары башталган бул багыт бүгүнкү күндө адамзаттын өнүгүүсүн шарттаган негизги факторлордун бирине айланды. Лазерлердин иштөө принциптери — стимулдаштырылган эмиссия жана популяциянын инверсиясы — жарыктын табиятын башкарууга жол ачып, бул ойлоп табуунун илимий тереңдигин жана практикалык маанилүүлүгүн толук баалоого мүмкүндүк берет. Бул технология жөнөкөй физикалык кубулуштан "акылдуу" системалардын глобалдык платформасына чейин эволюцияланды.

Бүгүнкү күндө лазерлер өнөр жайда жана медицинада алмаштыргыс курал болуп саналат. Алар жогорку тактыктагы хирургиялык операциялардан баштап, металлдарды нанометрдик деңгээлде иштеткен индустриалдык процесстерге чейин кеңири чөйрөнү камтыйт. Айрыкча, кошумча өндүрүш же 3D-принтинг тармагында лазерлер татаал деталдарды жасоонун сапатын жана ылдамдыгын жаңы деңгээлге көтөрдү. Лазердик технологиялардын келечеги ультра кыска импульстар, нанофотоника жана кванттык эсептөөлөр менен тыгыз байланышкан. Бул багыттар илим менен техникада революциялык жетишкендиктерди убада кылып, маалыматты иштетүү жана берүүдө коопсуздукту жана жогорку ылдамдыкты камсыз кылууда. Ошол себептен, лазерлер 21-кылымдын эң динамикалуу өнүгүп жаткан жана келечектүү тармагы катары өз позициясын бекем сактап келет.

Колдонулган адабияттар:

1. Акаев, А. А. Голография и оптическая обработка информации / А. А. Акаев, С. Б. Гуревич, К. М. Жумалиев [и др.]. - Бишкек; СПб., 2003. - 572 с.
2. Акаев, А. А. Оптические методы обработки информации / А. А. Акаев, С. А. Майоров. - М.: Наука, 1988. - 304 с.
3. Бертолотти, М. История лазера / пер. с англ. - М.: Интеллект, 2010. - 352 с.
4. Кормер, С. Б. Физика лазеров и взаимодействие лазерного излучения с веществом. -М.: Наука, 1982. - 280 с.
5. Крюков, П. Г. Фемтосекундные импульсы: введение в новую область лазерной физики. - М.: Физматлит, 2005. - 256 с.
6. Тарасов, Л. В. Физика лазеров. - М.: Наука, 1981. - 320 с.

УДК: 37.02:004:37.013.2

ИННОВАЦИЯЛЫК ТЕХНОЛОГИЯЛАРДЫ КОЛДОНУУДА ИНФОРМАТИКА МУГАЛИМИНИН ПЕДАГОГИКАЛЫК ДАЯРДЫГЫ

Турдубаева Кандалатхан Ташполотовна
ORCID-0009-0008-5566-9277
педагогика илимдеринин кандидаты, доцент
ОшМПУ, Информатика жана жаны маалыматтар технологясы кафедрасы
kturdubaeva@gmail.com
Арзалиев Нурсултан, ОшМПУ, магистрант.
nursultanarzaliev228@gmail.com

ПЕДАГОГИЧЕСКАЯ ПОДГОТОВЛЕННОСТЬ УЧИТЕЛЯ ИНФОРМАТИКИ К ИСПОЛЬЗОВАНИЮ ИННОВАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Турдубаева Кандалатхан Ташполотовна
ORCID-0009-0008-5566-9277
кандидат педагогических наук, доцент