

*11- дәріс. Нанофотоника және  
күн энергиясының түрленуі.  
Нанотермофотоника*

## *Нанопотоника ұғымының екі түрлі мағынасы:*

**1. Нанопотоника** — фотондардың нанометрлік объектілермен әсерлескен кезде пайда болатын физикалық процесстерді зерттейтін фотоника бөлімі.

**2. Нанопотоника** - нанокұрылымдық құрылғыларды жасаудың архитектурасын дайындаумен және өндіру технологиясымен байланысты фотоника облысы. Ол электромагниттік сәулеленуді генерациялаумен, күшейтумен, модуляциясымен, тасымалдаумен және анықтаумен және осындай құрылғылардың негізіндегі қондырғылармен, сонымен қатар нанокұрылымдық құрылғылардың қызметін анықтайтын және фотондардың наноөлшемдік объектілермен әсерлесуі кезінде болатын физикалық құбылыстармен тығыз байланысты.

- **Нанофотониканың мақсаты-** жаңа оптикалық қасиеттерге ие болатын нанометрлік өлшемдері бар (1-100 нм) материалдарды жасау және олардың негізінде фотондық құрылғыларды құрастыру.
- Қазіргі кезде нанофотоника заманауи электрониканың баламасы ретінде қарастырылады. Ақпаратты беру және өндеу барысында фотондарды қолдану бірқатар айтарлықтай артықшылықтарға қол жеткізуге мүмкіндік береді. Бұл фотондық каналдардың ақауларға тез әрекет ете алу мен тұрақтылық қабілетіне байланысты.

Нанофотондық құрылғылар электрондық түрлерінен асып түсіп қоймай, сонымен қатар жылу бөліну мен электр қоректенумен байланысты мәселелерді шешуге мүмкіндік береді. Нанофотоника негізіндегі құрылғыларды қолданудағы әлсіз жері электр сигналдарын оптикалыққа және керісінше түрлендіретін электр-оптикалық ауыстырып-қосқыштардың сенімділігін қамтамасыз ету. Қазіргі кезде көптеген оптикалық наноқұрылғыларды *жартылай өткізгіштік электрониканың стандартты материалдарының* негізінде жасауға болады.

## Нанофотониканың бағыттары:

- Жартылайөткізгіштік және асқынөткізгіштік көздер мен электромагниттік сәулеленудің детекторларын жасау.
- Жартылайөткізгіштік гетероқұрылымдар және органикалық негізге негізделген жарық диодтарын жасау.
- Қатты денелі және органикалық лазерлерді жасау.
- Күн энергетикасы элементтерін жасау.
- Наноқұрылымдық оптикалық талшықтар мен олардың негізіндегі құрылғыларды жасау.
- Фотоника мен қысқа толқындық бейсызық оптика элементтерін жасау.
- Фотондық құрылғыларды миниатюризациялау мен оларды күрделі жүйелерге интеграциялаудың перспективті бағыттарына фотондық кристаллдарды пайдалану жатады.
- Қазірде нанофотоника дамуындағы ең қызықты бағыттардың бірі наноөлшемдік оптикалық резонаторларын жасау және олардың қасиеттерін зерттеу болып табылады. Ол үлкен практикалық және ғылыми бағалылыққа ие.

# *Фотоника*

***Фотоника***- спектрдің көрінетін және инфрақызыл, ультракүлгін аумақтарында фотонның таралуын, табылуын және оларды басқаруды, генерациялауды зерттейтін ғылым. Фотониканы сондай-ақ физика мен техниканың бір саласы ретінде қарауға болады. Бұл фотониканың оптикалық сигналдарды бақылап, түрлендірумен айналысатынын білдіреді. Фотоника қазірде оптикалық талшықтар көмегімен ақпарат беру саласынан бастап, жаңа сенсорларды жасау саласына дейін кең қолданылады. ***“Фотоника”*** терминінің пайда болуы 1967 жылы академик ***А. Х. Терехиннің*** “Бояғыш молекулаларының фотоникасы” еңбегінің шығуымен тікелей байланысты.

# *Фотондық кристалл*

**Фотондық кристалл**- құрылымы кеңістіктің бағыттарында сыну көрсеткішінің мәні периодты түрде өзгеріп отырумен сипатталатын материал. Осындай қасиеттерге ие болу себебінен фотондар үшін өткізгіш және тыйым салынған зоналарға өтуге мүмкіндік береді. Ал бұл мынаны білдіреді: егер фотондық кристаллға тыйым салынған зонадағы энергияға сәйкес келетін энергиясы бар фотон түссе, онда фотон фотондық кристаллда тарала алады және кері шағылады. Басқа сөзбен айтқанда фотондық кристаллдар оптикалық фильтр қызметін атқарады. Табиғатта фотондық кристаллдар *африкалық парусник көбелектерінде, маллюскінің раковинасының қабықшаларында т.б.* кездеседі.

Сыну көрсеткішінің мәні өзгеру сипатына байланысты фотондық кристаллдарды 3 топқа бөлеміз. Олар: *1 өлшемді, 2 өлшемді, 3 өлшемді*. 1 өлшемді фотондық кристаллдарда сыну көрсеткіші кеңістікте бір бағыт бойынша периодты түрде өзгеріп отырады. Мұндай кристаллдар бір-біріне параллель орналасқан, сыну көрсеткіштері әр түрлі болатын материалдар қабаттарынан тұрады. Ал 2 өлшемді фотондық кристаллдарда сыну көрсеткіші кеңістікте екі бағыт бойынша периодты түрде өзгеріп отырады.

Және осындай типті кристаллдарда сыну көрсеткіштері бар облыстар пішіндері тікбұрышты ғана емес, сонымен қатар дөңгелек, эллипс т.б. болуы мүмкін. 3 өлшемді кристаллдарда сыну көрсеткіші кеңістікте үш бағыт бойынша периодты түрде өзгеріп отырады. Және оларды біз үш өлшемді кристаллдық тордағы көлемді облыстардың массиві (сфералар, кубтар) ретінде де елестетуге болады.



Өткізгіш пен тыйым салынған зонаның еніне байланысты фотондық кристаллдарды *өткізгіштер, жартылай өткізгіштер, диэлектриктер, асқын өткізгіштер* деп 4-ке бөледі. Өткізгіштер үлкен қашықтыққа жарықты аз шығынмен өткізуге мүмкіндік береді. Диэлектриктер идеал айналар болып табылады. Жартылай өткізгіштер белгілі бір толқын ұзындығындағы фотондарды шағылдыра да, өткізе де алады. Ал асқын өткізгіштерде фотондар шексіз арақашықтыққа тарала алады.

# *Фотондық кристаллдарды алу әдістері:*

*Өздігінен формалау әдісінде* коллоидтық бөлшектер (көбінесе монодисперсті силикондық немесе полистерендік бөлшектер) қолданылады. Олар сұйықтықта болады. Және сұйықтықтың булануына байланысты белгілі бір көлемде тұнады. Бөлшектердің бірінің үстіне бірінің тұндырылуынан 3 өлшемді фотондық кристаллдар қалыптасады. Ал олардың кристаллдық торлары қырлық центрленген немес гексагональды болады. Бұл әдіс өте баяу жүреді. Фотондық кристаллдардың қалыптасуы аптаға созылуы мүмкін.

# *Жеміру әдісі*

*Жеміру әдісі* 2 өлшемді фотондық кристаллдарды және жартылай өткізгішті құрылымдарды алуда кеңінен қолданылады. Бұл әдіс фоторезисттан жасалған масканы қолдануға негізделген. Ол жартылай өткізгіш бетіне тұндырылған. Бұл маска стандартты фотолитографиялық процесс нәтижесінде алынады. Осыдан кейін фоторезисті бар үлгі бетін құрғақ немесе сұйық жеміру әдісі жүреді. Яғни, фоторезисті бар облыстарда фоторезистіні жеміру жүргізілсе, ол жоқ жерлерде жартылай өткізгішке жеміру жүргізіледі.

Бұл үдеріс қажетті жемірілу тереңдігіне жеткенше іске асырылады. Одан кейін фоторезист жуылады. Осындай тәсілмен қарапайым фотондық кристаллдар алынады. *Кемшілігі:* алынуға болатын фотондық кристаллдар өлшемі 1 микроннан аспайды.

# *Голографиялық әдіс*

*Голографиялық әдіс* голография принципіне негізделген. Ол үшін электр өрісінің интенсивтілігінің периодты таралуын қамтамасыз ететін 2 немесе одан көп когерентті толқындардың интерференциясы қолданылады. 2 толқынның интерференциясы 1 өлшемді, ал 3 немесе одан көп толқындардың интерференциясы 2 және 3 өлшемді фотондық кристаллдар алуға мүмкіндік береді.

*Күн энергетикасы* дегеніміз – дәстүрлі емес энергетика бағыттарының бірі. Ол күннің сәулеленуін пайдаланып қандай да бір түрдегі энергияны алуға негізделген. Күн энергетикасы энергия көзінің сарқылмайтын түрі болып табылады, әрі экологиялық жағынан да еш зияны жоқ. Күннің сәулеленуі – Жердегі энергия көзінің негізгі түрі. Оның қуаттылығы Күн тұрақтысымен анықталатындығы белгілі. Күн тұрақтысы – күн сәулесіне перпендикуляр болатын, бірлік ауданнан бірлік уақыт ішінде өтетін күннің сәуле шығару ағыны. Бір астрономиялық бірлік қашықтығында (Жер орбитасында) күн тұрақтысы шамамен  $1370 \text{ Вт/м}^2$ -қа тең. Жер атмосферасынан өткен кезде Күн сәулеленуі шамамен  $370 \text{ Вт/м}^2$  энергияны жоғалтады. Осыдан Жерге тек  $1000 \text{ Вт/м}^2$ -қа тең энергия ғана келіп түседі. Бұл келіп түскен энергия әр түрлі табиғи және жасанды процесстерде қолданылады. Күн сәулесі арқылы тікелей жылытуға немесе фотоэлементтер көмегімен энергияны қайта өңдеу арқылы электр энергиясын алуға не басқа да пайдалы жұмыстарды атқаруға болады.

*Жалпы алғанда, Күн сәулеленуінен электр энергиясы мен жылу алудың бірнеше әдістері бар. Олар:*

- 1) Электр энергиясын фотоэлементтер көмегімен алу.
- 2) Күн энергиясын жылу машиналарының көмегі арқылы электр энергиясына айналдыру (Жылу машиналарының түрлері: поршеньдік немесе турбиналық бу машиналары. Стирлинг қозғалтқышы.).
- 3) Гелиотермальдық энергетика – Күн сәулелерін жұтатын беттің қызуы мен жылудың таралуы және қолданылуы.
- 4) Термоәуелік электр станциялары (Күн энергиясының турбогенератор арқылы бағытталып отыратын ауа ағыны энергиясына айналуы).
- 5) Күн аэростаттық электр станциялары (аэростат баллоны ішіндегі су буының аэростат бетіндегі күн сәулесі қызуы салдарынан генерациялануы).

Күн батареясы немесе фотоэлектрлік генератор – Күн сәулесінің энергиясын электр энергиясына айналдыратын шала өткізгішті фотоэлектрлік түрлендіргіштен (ФЭТ) тұратын ток көзі. Көптеген тізбектей-параллель қосылған ФЭТ-тер Күн батареясын қажетті кернеу және ток күшімен қамтамасыз етеді. Күн батареясындағы ток шамасы оның жарықтану жағдайына байланысты. Яғни күн сәулелері Күн батареясы бетіне перпендикуляр түскенде, ол ең үлкен мәніне жетеді. Қазіргі Күн батареяларының пайдалы әсер коэффициенті – 8-10%, олай болса 1 м<sup>2</sup> ауданға тең келетін қуат шамамен 130 Вт-қа тең. Температура жоғарылаған сайын (25°С-тан жоғары) ФЭТ-тегі кернеудің төмендеуіне байланысты Күн батареясының пайдалы әсер коэффициенті кеміп, Күн батареяларының жиынтық қуаты ондаған, тіпті жүздеген кВт-қа жетеді. Күн батареяларының өлшемдері әр түрлі болады. Мысалы: микрокалькуляторда орнатылғандарынан бастап, ғимараттар шатырлары мен автокөліктер төбелеріне орнатылатындарына дейінгі өлшемдерде. Сондай-ақ Күн батареялары ғарыш кемелері мен аппараттарында энергиямен жабдықтау жүйесіндегі негізгі электр энергиясының көзі ретінде қолданылады. Ал тұрмыс пен техникада қолданылатын көптеген бұйымдарды – калькулятор, қол сағаты, плеер, фонарь, т.б. токпен қоректендіру көзі де Күн батареялары болып табылатындығы бәрімізге белгілі.

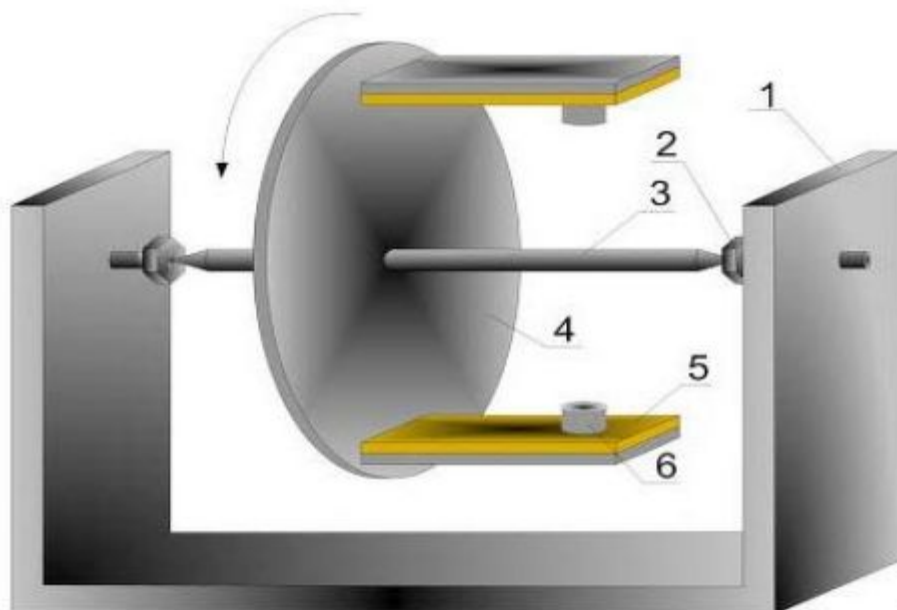


Күн энергиясын пайдаланудың өзіндік артықшылықтарымен қатар кемшіліктері де бар.

Атап айтсақ, **артықшылықтары:** 1) *Күн энергиясы бәріне бірдей қолжетімді;* 2) *ол сарқылмайды;* 3) *қоршаған ортаға қауіпсіз;*

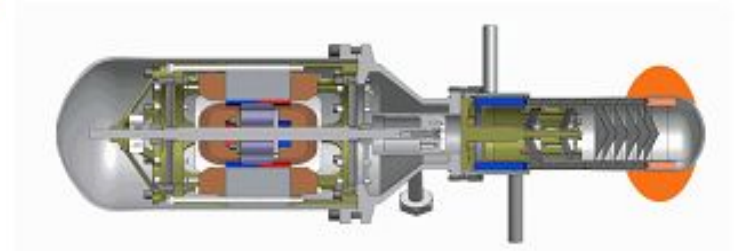
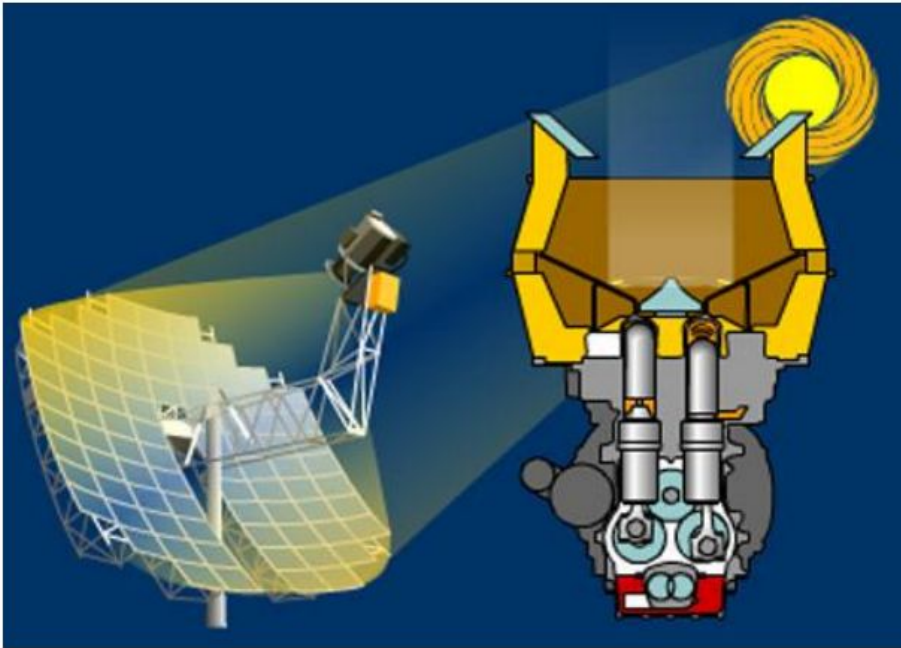
**кемшіліктері:** 1) *ауа райы мен тәуліктің уақытына тәуелді;* 2) *Күн энергиясын алу үшін қолданылатын құрылғылардың қымбаттылығы;* 3) *оны шағылдыратын бетті периодты түрде тазалап отыру қажет;* 4) *электр станциясының жанында атмосфера ысып кетеді;* 5) *энергияны аккумуляциялау қажет.*

Күн энергиясын бірден механикалық энергияға айналдыратын қозғалтқыш(двигатель) моделі. Екі жағынан қабырғалары 1(скобы) орналасқан және тесіктер мен бұранда (резьба) жасалған. Осы тесіктерге екі болт орнатылған 2, олар подшипник қызметін атқарады. Олардың бастарында кішкентай тесіктер тесіліп, осы тесіктерге конустық ұшы бар вал 3 қойылады. Валға жылуизоляциялық материалдан жасалған диск орнатылады 4. Осы дискке биметалды пластиналар 5(суретте тек екеу, әдетте одан да көп болады) бекітілген және олар валға параллель орналасады.



Сыртқы қабатта ішкі қабатқа жылудың өтуін азайту үшін биметал пластиналарды жылуизоляциялық жабындылармен (прокладка) бөледі. Әр пластинада жүктер б орнатылған. Олардың көмегімен инерция моменті артып, нәтижесінде қозғалтқыш қуаты артады. Осы құрылғыны күн сәулесіне қойсақ, вал бірден айнала бастайды.

Биметал пластиналар күн сәулесі әсерінен қызып, майысады. Нәтижесінде оның ауырлық центрі айналу осіне қарай ығысады, тепе-теңдік бұзылып, вал белгілі бір бұрышқа бұрылады. Пластина көлеңкеда болғанда, ол суып, қайта түзеледі. Күн сәулесіне келесі түскен пластина майыса бастайды. Вал тағы бірнеше бұрышқа бұрылады. Қозғалтқыш күн сәулесінің астында үзіліссіз жұмыс істейді.



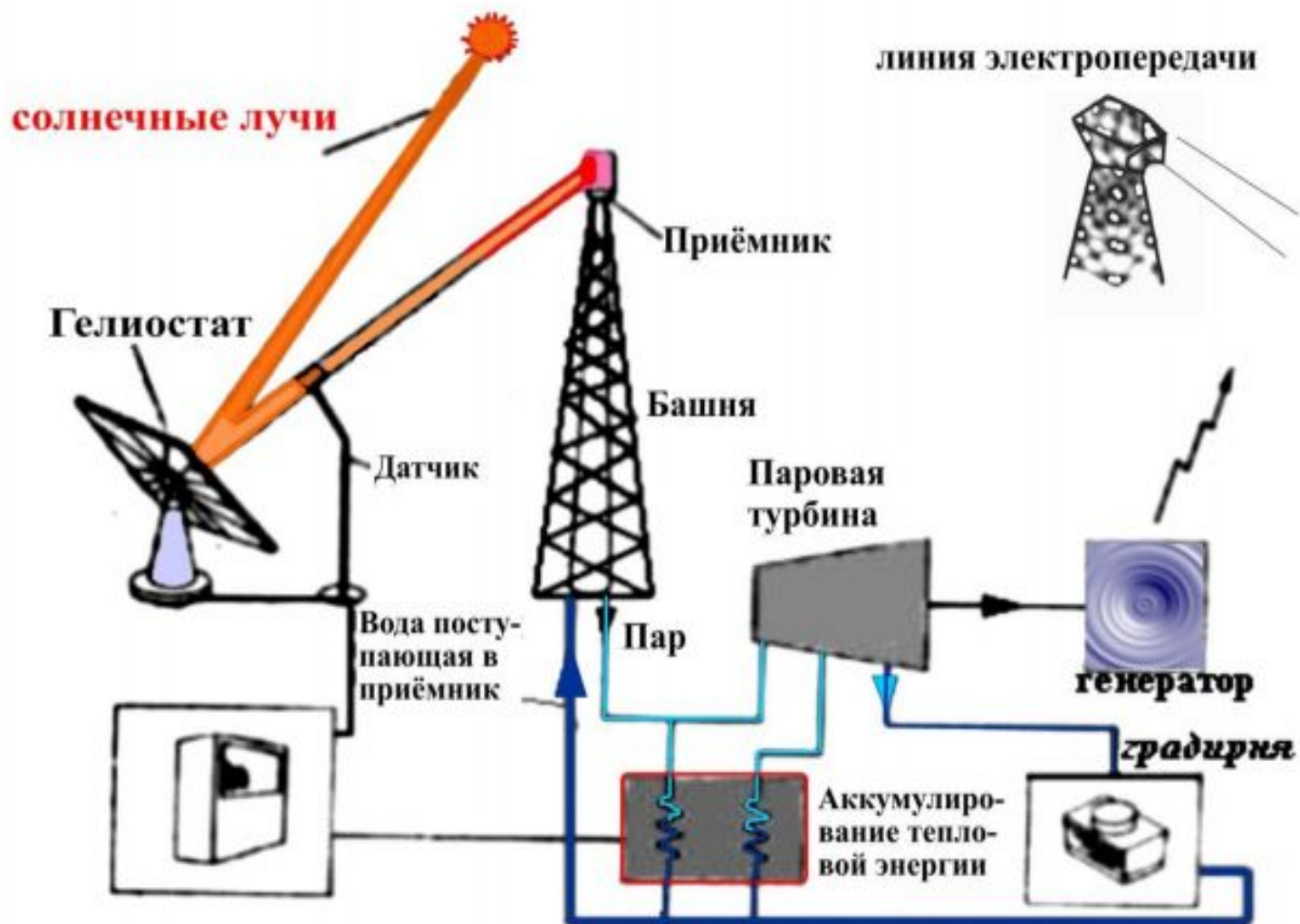
## Стирлинг қозғалтқышы

Газбен толтырылған балондарды қыздырып, көлемін ұлғайтып, поршеньдерді қозғалтуға болады. Мұнда күн сәулесінен электр тогын алудың эффектілігі 30%.

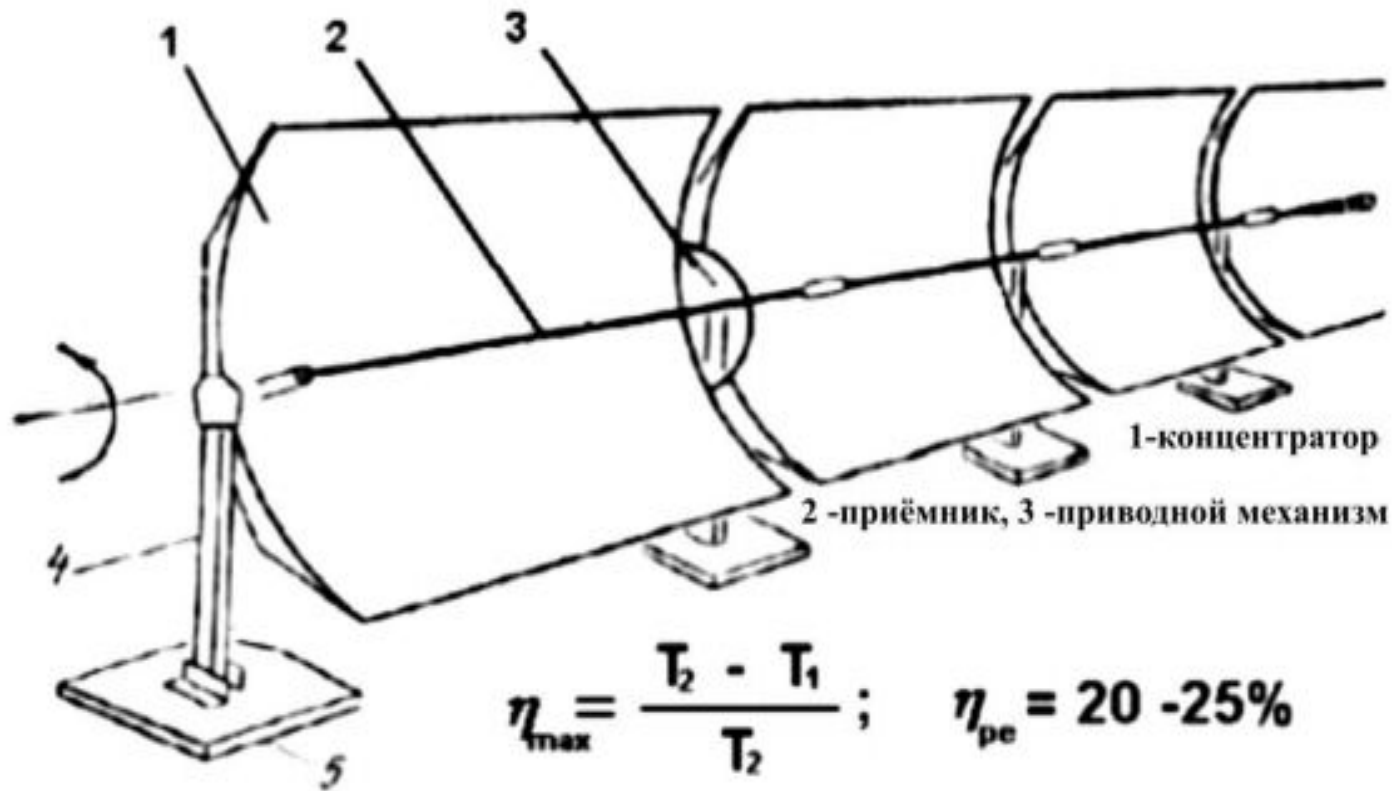
Қондырғының бағасы-150 мың \$-ға жуық. Сериялық өндірісте осы қондырғылардың бағасы үш есе арзандауы мүмкін.

# ЭЛЕКТР ЭНЕРГИЯСЫН ТУДЫРАТЫН КҮНДІК ЖЫЛУЛЫҚ ЖҮЙЕЛЕР

## Башня типті күн электростанциясы



## Коллекторы жайылган күн электрстанциялары



Жүйенің ефективтілігі 20 –25% , рентабельді қолдану жерлері шөл далаларда.