

Л12. Энергія і яе крыніцы

Змест:

1. Энергія
2. Энергетычная праблема
3. Цеплавая энергія
4. Гідраэнергетыка
5. Энергія марскіх прыліваў
6. Энергія марскіх хваль
7. Энергія ветра
8. Геатэрмальная энергія
9. Энергія Сонца

Энергія

Чым больш развітым становіцца чалавечае грамадства, тым большая яго патрэбнасць у энергіі.

Што ж гэта такое – энергія?

Энергія – гэта функцыя стану фізічнай сістэмы.

Змяненне энергіі роўнае рабоце

$$\Delta E = A$$

Пад энергіяй разумеюць фізічную велічыню, якая з'яўляецца ўніверсальнай мерай руху матэрыі.

Пры ўсіх ператварэннях руху матэрыі з аднаго віда ў другі, адбываецца і ператварэнне відаў энергіі.

З паняццем энергіі прыходзіцца сустракацца пры разглядзе шэрагу **тэхнічных задач**.

Вядома, што адной з найважнейшых **праблем тэхнікі** з'яўляецца атрыманне, перадача і **выкарыстанне энергіі**.

Поўная энергія ізаляванага цела роўная здабытку яго рэлятывісцкай масы на квадрат скорасці святла:

$$E = mc^2$$

Найменшай енергіяй валодае цела ў сістэме адліку, адносна якой яно знаходзіцца ў стане спакою:

$$E_0 = m_0 \cdot c^2$$

Рэлятывісцкая маса цела вызначаецца скорасцю руху, якая параўнальна са скорасцю святла ў вакууме ($v \sim c = 3 \cdot 10^8 \text{ м/с}$).

Сувязь рэлятывісцкай масы і масы спакою вызначаецца роўнасцю:

$$m = \frac{m_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}.$$

Закони тэорыі адноснасці паказваюць, што поўная энергія цела роўная

$$E = \sqrt{E_0^2 + p^2 c^2}$$

p – імпульс цела.

Аналіз гэтага выразу паказвае, што існуюць два спосабы змянення поўнай энергіі:

1. Змяненне скорасці руху цела адносна сістэмы адліку.

$$p = m v$$

2. Змяненне масы спакою цела.

$$E_0 = m_0 \cdot c^2$$

У класічнай фізіцы стан сістэмы лічыцца вызначаным, калі вядомы яе каардынаты і скорасці руху ўсіх цел сістэмы.

У адпаведнасці з гэтым разглядаюць два віда энергіі:

кінетычную і патэнцыяльную.

Кінетычная энергія – гэта энергія, якой валодаюць целы, што рухаюцца

$$E_k = \frac{mv^2}{2}.$$

Патэнцыяльная энергія – гэта энергія сістэмы цел ці асобных частак цела, якія ўзаемадзейнічаюць паміж сабой:

патэнцыяльная энергія цела ў гравітацыйным полі Зямлі

$$E_{\text{п}} = mgh,$$

патэнцыяльная энергія пругкай дэфармацыі

$$E_{\text{п}} = \frac{kx^2}{2}.$$

Закон захавання энергіі:

энергія ніколі не знікае і не з'яўляецца зноў, яна толькі ператвараецца з аднаго віда ў другі.

Калі энергія з'яўляецца мерай руху матэрыі, а рух змяняецца пры ўздзеянні сілы, пры якім выконваецца работа, то адзінкай вымярэння энергіі з'яўляецца адзінка работы

1 Джоуль = 1 Ньютан · 1 метр; 1 Дж = 1 Н·м.

Скорасць выканання работы ці змянення энергіі характарызуецца магутнасцю

$$N = \frac{A}{t} = \frac{\Delta E}{t}.$$

$$1 \text{ Вт} = 1 \text{ Дж/с.}$$



Усе віды работы здзяйсняюцца за кошт ператварэння адной формы энергіі ў другую.

Напрыклад, энергія паліва ператвараецца ў энергію цягніка, які рухаецца.

Энергія можа перадавацца з аднаго месца ў другое.

Напрыклад, цеплыня, якая атрымліваецца пры спальванні паліва ў кацельнай цеплацэнтралі, перадаецца па трубах у доме і праз радыятары павышае тэмпературу паветра ў памяшканні.



Энергетычная праблема

Энергія заўжды іграла важную ролю ў жыцці чалавецтва.

Усе віды дзейнасці чалавека звязаны з тратай энергіі.

На працягу стагоддзяў асноўныя віды энергіі, спосабы яе вытворчасці і выкарыстання аказвалі непасрэдны ўплыў на развіццё грамадства.

Так, у **XIX ст.** паўсюднае выкарыстанне вугалю і вынаходніцтва паравой машыны, з'явіліся перадумовай першай **прамысловай рэвалюцыі.**

У XX ст. распрацоўка хуткімі тэмпамі
выкапнёвага паліва – нафты і газу – нараўне з
развіццём гідраэнергетыкі і асваенні энергіі
атама дазволіла ажыццявіць грандыёзныя
пераўтварэнні, якія і сфарміравалі сучасны
свет з усімі яго супярэчлівасцямі, праблемамі і
падзеямі.

Кожны віток уверх па спіралі гістарычнага
развіцця суправаджаецца больш высокім
узроўнем спажывання энергіі.

Колькі энергіі спатрэбіцца чалавецтву ў бліжэйшы час?

Ці будуць сучасныя спосабы вытворчасці энергіі задавальняць патрэбнасці ў ёй?

Ці зможа паліўна-энергетычны комплекс парушыць экалагічную раўнавагу?

Якім відам энергіі суджана стаць галоўнымі ў будучыні?

Гэтыя пытанні хвалююць сёння не толькі вучоных і эканамістаў.

Энергетыка — мускулы сучаснай
цывілізацыі. Вугаль, нафта і газ — яе асноўная
ежа.

Але запасы іх блізкія да спусташэння і, на
жаль, не ўзнаўляюцца.

Сонцу, ветру, хвалям, прылівам,
геатэрмальным крыніцам і нават атаму не
рашыць **праблему ў цэлым**.

Свет шукае энергію, шукае настойліва.

Што можа ператварыць Зямлю ў казачную
планету святла і цяпла?

Утаймаваны “**тэрмаяд**”! Але шлях да яго
доўгі і цяжкі.

Грамадству патрэбны трывалы і надзейны паліўны матэрыял.

І пакуль асноўным паліўным матэрыялам застаецца вугаль, прагнозных запасаў якога хопіць на (600 – 800) гадоў.

У сучасны момант разведаныя запасы каменнага вугалю складаюць 87% усіх паліўных выкапнёвых крыніц энергіі на планеце.

У нетрах Расіі знаходзіцца больш за 17% разведаных сусветных запасаў вугалю.

А прагнозныя запасы ацэніваюцца ў 30%.

І толькі 43,5% прамысловых запасаў вугалю ў Расіі адпавядае сусветным стандартам.

Прыкладна тры чвэрці сусветных запасаў вугалю прыходзіцца на краіны былога СССР, ЗША і КНР.

Энергетычная магчымасць вугалю амаль у 6 разоў перавышае тыя ж магчымасці нафтавых пластоў.

Калі ж уявіць, што чалавецтва будзе
выкарыстоўваць толькі каменны вугаль, то
з улікам росту спажывання энергіі (2 –
2,5% у год) яго хопіць прыблізна на 200
гадоў.

У той жа час нафты і прыроднага газу –
на 36 гадоў,

ядзернага паліва – на 40 гадоў.

А рост спажывання энергіі кожныя 20
гадоў павелічваецца амаль у 2 разы.



Людзі стварылі вадзяное кола, заставілі
служыць сабе энергію вугалю, нафты, газу,
ветру, атама і г.д.

Але кожны раз чалавек шукаў не толькі
энергію, але і **спосабы яе ператварэння.**

І сёння чалавецтва стаіць перад
праблемай: **якому віду энергіі аддаць
перавагу?**

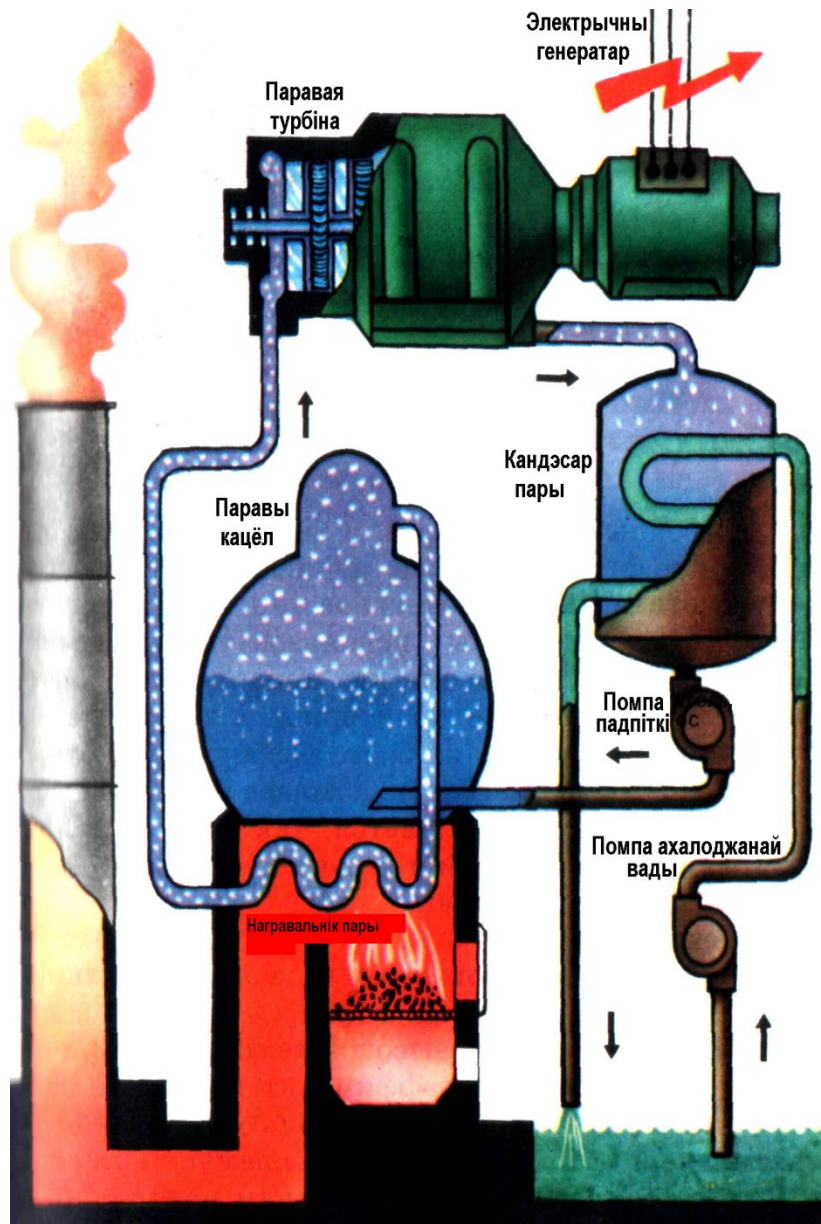


Цеплавая энергія

Палівам

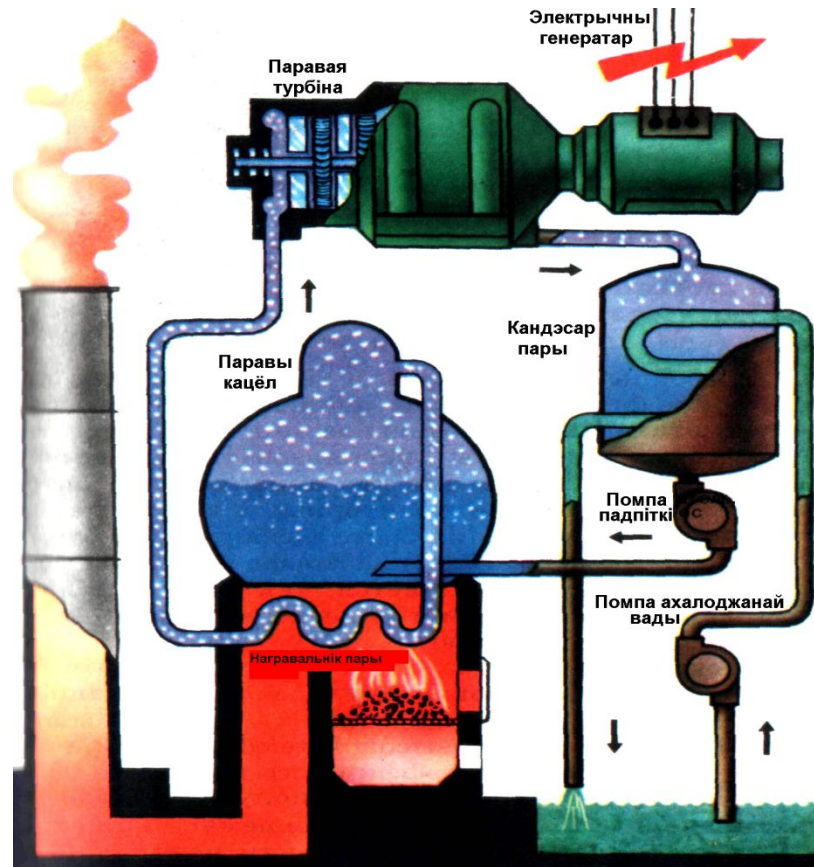
для

цеплавых
электрастанцый
(ЦЭС) з'яўляюцца
вугаль, сланцы, газ,
мазут і інш., якое
непарыўна паступае ў
топку катла разам з
акісляльнікам
(падагрэтае паветра).

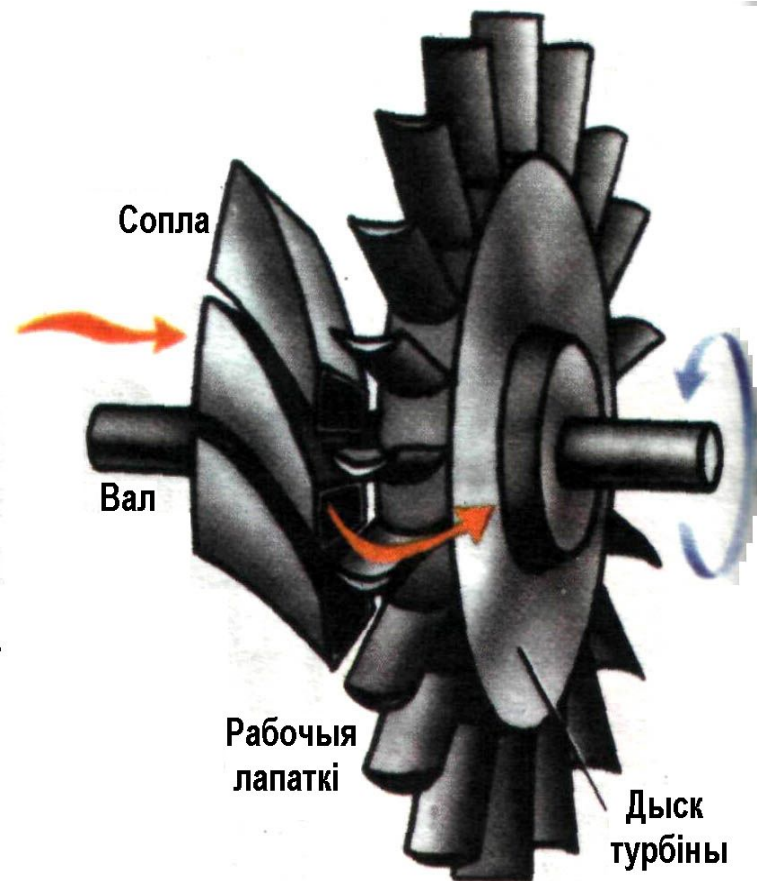


Пад уздзеяннем цяпла вада ў паравым катле ператвараецца ў пару з тэмпературай каля 550°C .

Пара з катла пападае ў паравую турбіну, якая ператварае цеплавую энергію ў механічную.



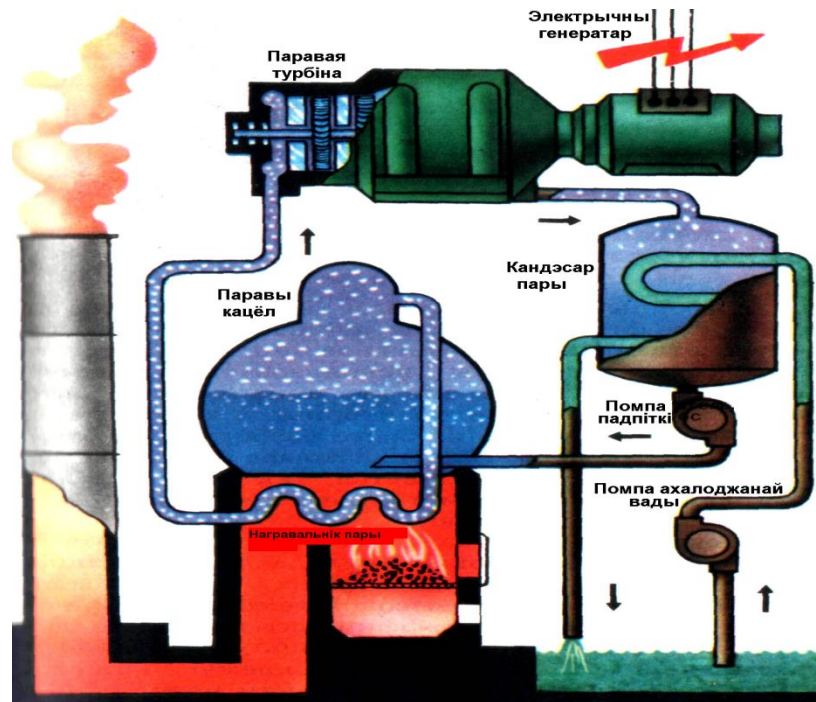
У паравой турбіне пара високага ціску і тэмпературы паступае ў **сопла**, дзе ціск і тэмпература памяншаюцца, але павышаецца скорасць руху патоку пары, павелічваецца **кінетычная энергія**.



Струя пары са скорасцю
~ **350 м/с** узаемадзейнічае
з лапаткамі турбіны і
застаўляе яе паварочвацца
са скорасцю **3000 аб/мін.**

Пасля паравой турбіны пара з тэмпературай каля 25°C паступае ў кандэнсар, у якім ператвараецца ў ваду, якая зноў падаецца ў кацёл.

Магутнасць паравых турбін дасягае 1200 МВт , $\text{ККД} \sim 40\%$.



Перспективы развития ЦЭС:

- Павышэнне каэфіцыента карыснага дзеяння (ККД) звыш **40%**;
- Павышэнне тэмпературы пары звыш **550 °С**;
- Стварэнне тэмператураўстойлівых матэрыялаў лапатак турбіны;
- Выкарыстанне таннага паліва (вугаль, сланцы);
- Стварэнне цеплавых электрацэнтралей, што павысіць ККД да **(60 – 70)%**.



Гідраэнергетыка

Рэсурсы энергіі вады даследаваны на планеце Зямля з вялікай верагоднасцю. Зямля валодае 10^{18} тонамі вады.

І толькі $1/2000$ яе частка ўдзельнічае ў кругаабароце (дождж, снег і інш.), што складае $500\,000\text{ км}^3$ вады.

Сярэдняя вышыня кантынента 800 м , адкуль вынікае, што агульная патэнцыяльная гідраэнергія на зямным шары складае $320 \cdot 10^{18}$ Дж (320 ЭДж) (прыкладна сусветнае спажыванне энергіі на сёняшні дзень).

З усієї патэнцыяльнай энергіі вады на зямным шары толькі **20%** можа быць рэнтабельна выкарыстана.

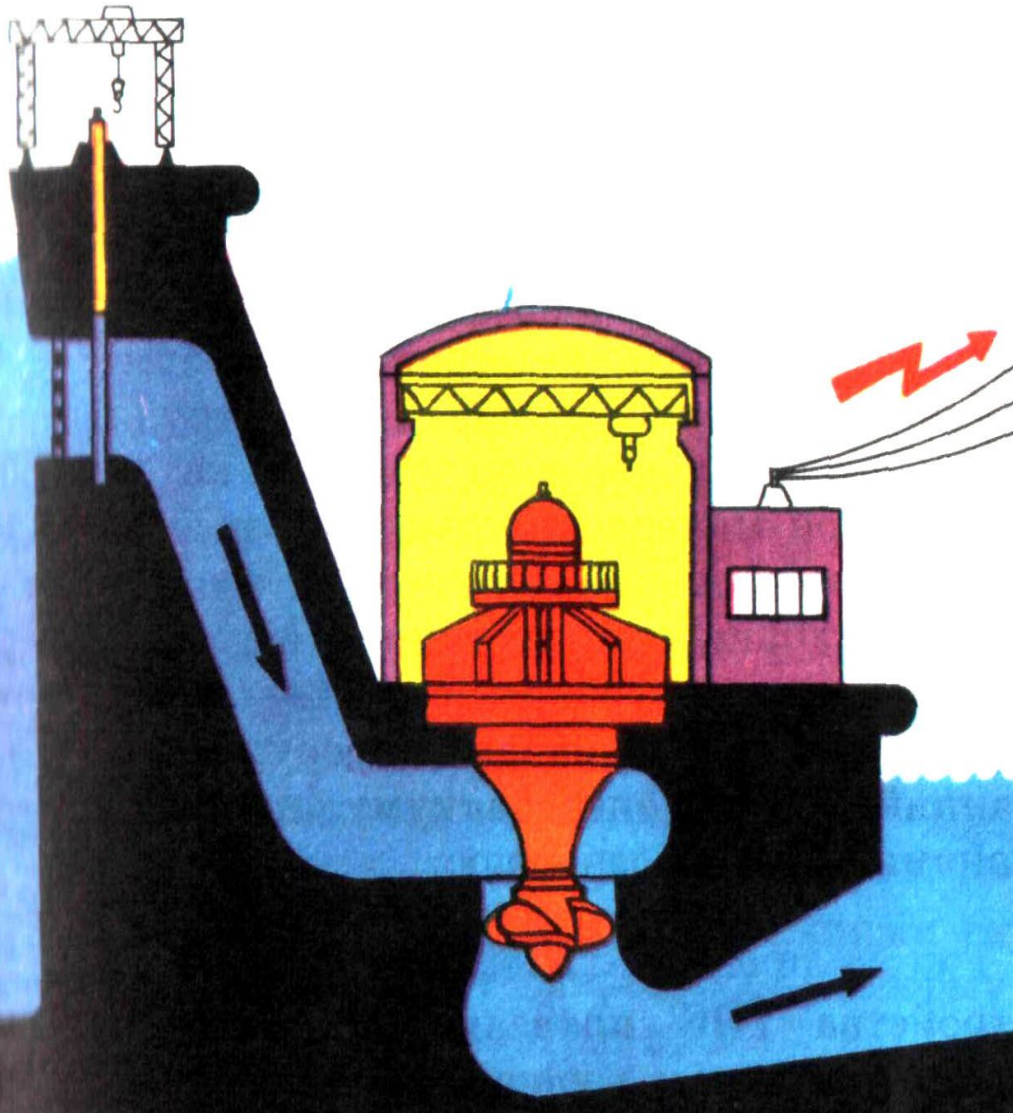
У свеце дзейнічае каля **70 ГЭС** з сярэдняй магутнасцю **1000 МВт** кожная, а некаторыя маюць магутнасць да **10 000 МВт**.

Сумарная магутнасць гідастанцый свету складае каля **500 ГВт** ($5 \cdot 10^{11}$ Вт).

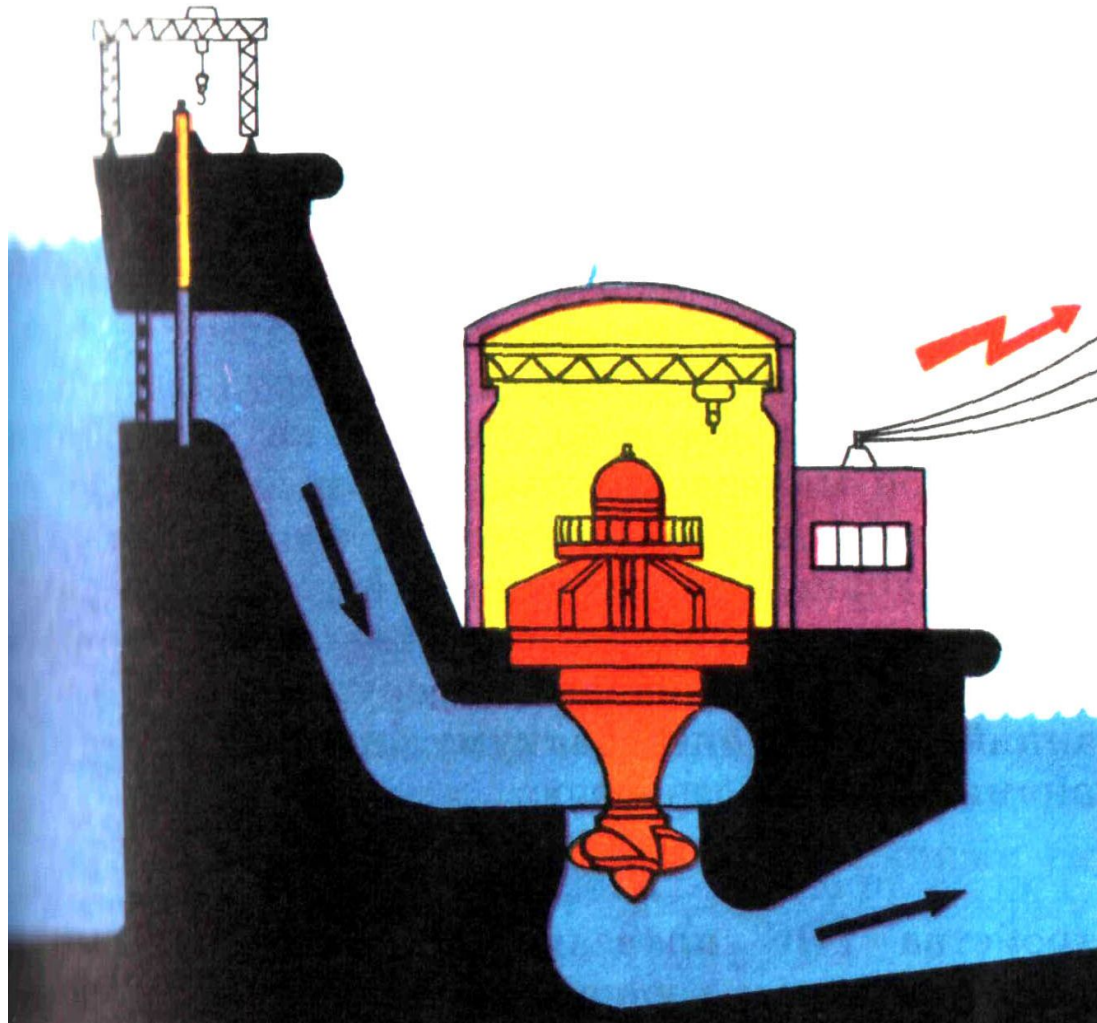
Для ГЭС выкарыстоўваецца энергія рэк.

Плаціна – самы дарагі элемент ГЭС.

Вада набывае
вялікую
скорасць пры
перацяканні
з верхняга ўзроўня
на ніжні па
трубаправодам
(каналам).



Ротар гідратурбіны ператварае кінетычную
энергію вады ў механічную энергію
вярчэння вала турбіны.



Дадатныя бакі гідразэнергіі:

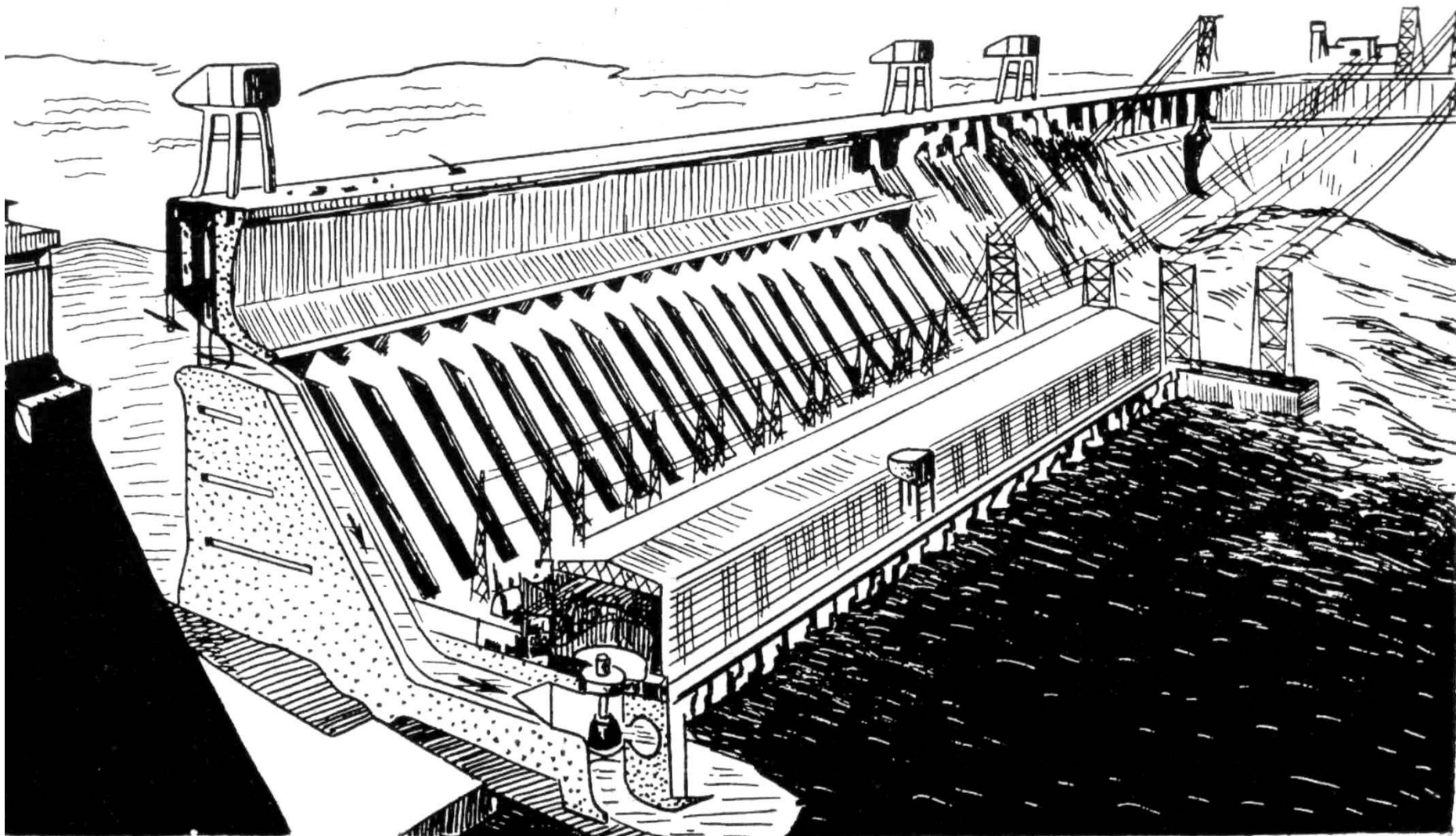
- аднаўленне рэсурсаў;

- высокі ККД (да 70%), паколькі

энергію атрымліваюць з механічнай, а не з цеплавой.



Агульны выгляд Краснаярскаяй ГЭС на Енісеі магутнасцю 6000МВт.



Энергія марскіх прыліваў

Да аднаўляемых крыніц энергіі адносіцца таксама і энергія марскіх прыліваў і хваль.

Максімальныя ваганні ўзроўня мора павінны дасягаць, па Ньютану, усяго **1м.**

Але ў сувязі з тым, што акіян пакрывае не ўсю Зямлю, а абрысы берагавой лініі маюць мудрагелісты выгляд, то характар прыліваў залежыць не толькі ад узаемнага размяшчэння Сонца, Месяца і Зямлі, але і ад **геаграфічнай шыраты, глыбіні мора і берагавой лініі.**

У некаторых месцах прыліў дасягае да **(15 – 20)м.**

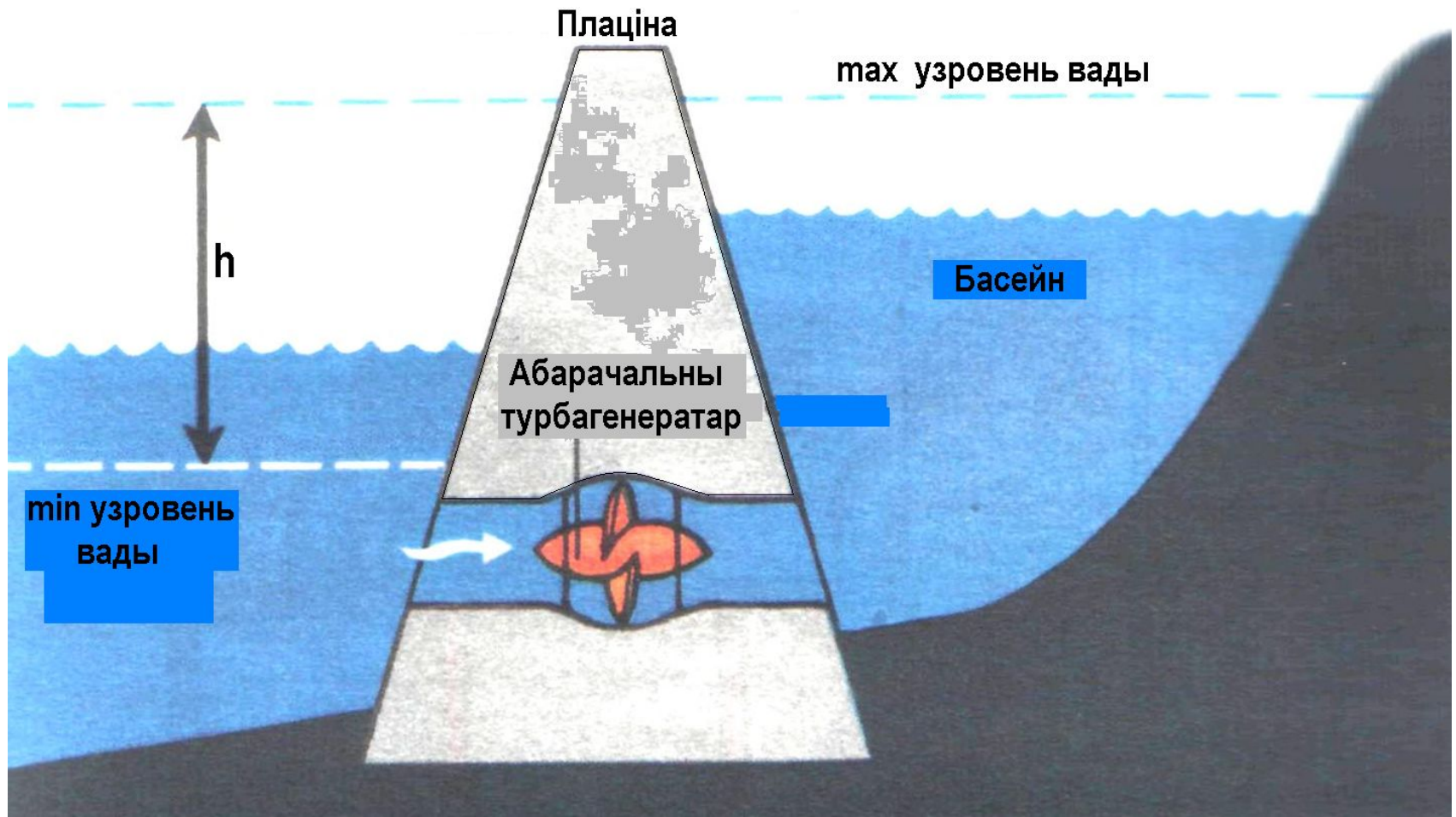
У сучасны момант існуе дзве прыліўныя электрастанцыі:

- у Францыі на рэчцы Ранс, магутнасцю **240кВт;**
- у Расіі каля Мурманска – **800кВт.**

Будуецца плаціна, і ўтвараецца басейн.

Турбагенератар павінен быць абарачальным.

Ён павінен працаваць пры працяканні вады ў абодва бакі, і пры прыліве, і пры адліве.



Агульная магутнасць прыліваў усіх
мораў і акіянаў Зямлі ацэньваецца ў
3 млрд. кВт.

Перспектывы развіцця ПЭС
невывзначаны.



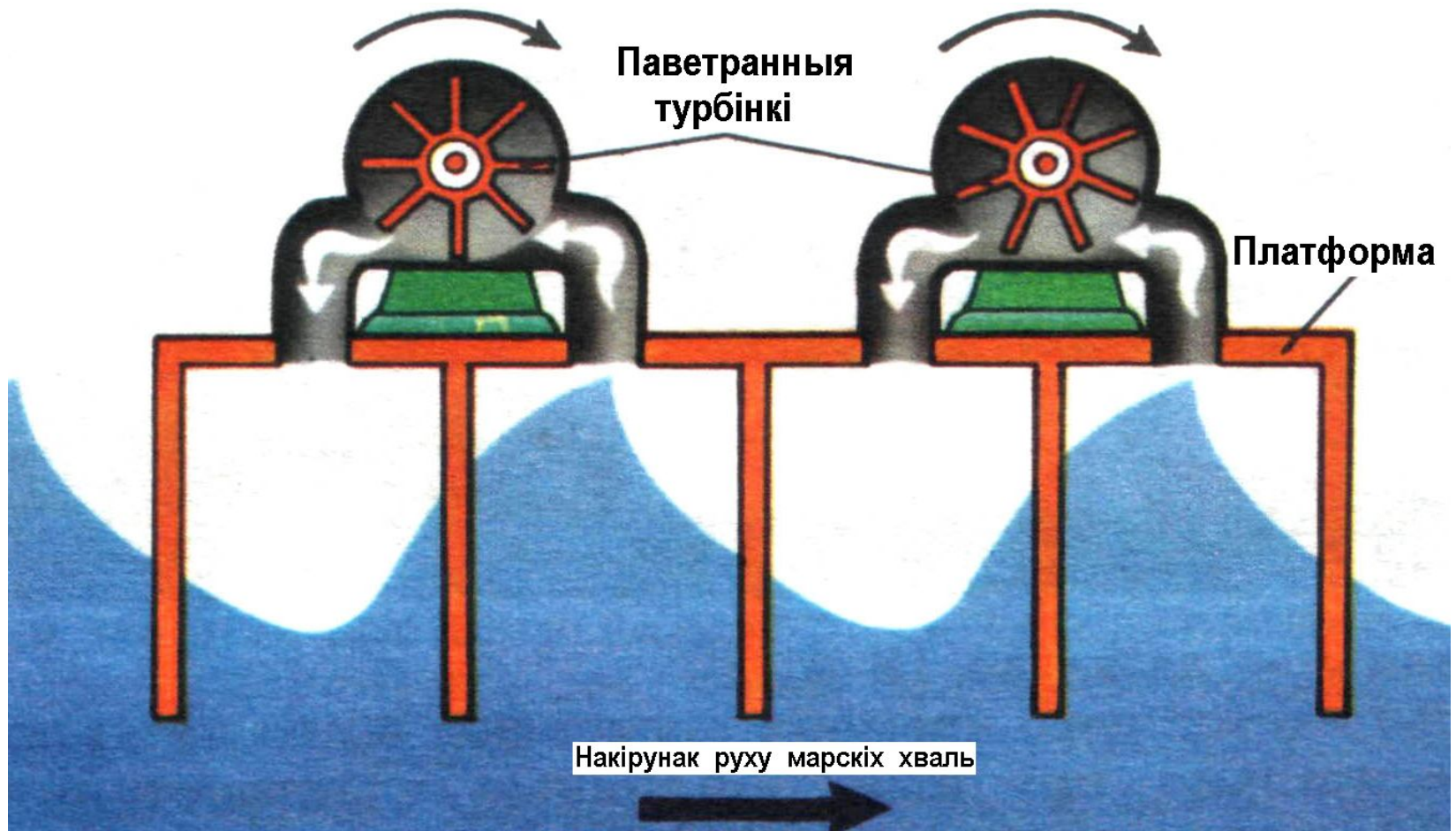
Энергія марскіх хваль

Марскія хвалі выклікаюцца ветрам, іх энергія вызначаецца станам паверхні мора.

Сярэднегадавая магутнасць марскіх хваль вымяраецца дзесяткамі кілават на 1м даўжыні фронту хвалі.

У адкрытым моры ставіцца платформа, якая мае форму перавернутай, адкрытай знізу скрынкі.

Платформа падзяляецца на паветраныя секцыі, якія адыгрываюць ролю цыліндраў паветранага рухавіка.



Хвалі пад платформай па чарзе сціскаюць паветра ў секцыях.

Калі секцыя знаходзіцца над грэбнем хвалі, то аб'ём паветра памяншаецца, ціск павелічваецца.

У выпадку ўпадзіны – ціск памяншаецца.



Хваля іграе ролю **поршня**.

У секцыях ўзнікае паветраны паток, які можа круціць паветраную **турбінку**.

Японцы выкарыстоўваюць такую электраэнергію для сілкавання **буяў**, што плаваюць.



Энергія ветра

Розныя ўчасткі паверхні Зямлі маюць
неаднолькавы каэфіцыент чарнаты

$$k = \frac{\alpha}{\alpha_0}.$$

α_0 і α - каэфіцыенты, якімі
характарызуюць паглынальныя здольнасці
абсалютна чорнага і шэрага цел.

Таму яны награвваюцца за кошт
сонечнай энергіі да рознай тэмпературы.

Неаднолькавы нагрэў маюць і ніжнія
слаі атмасферы.

У выніку **ціск паветра** на адной і той жа
вышыні **розны**, **назіраецца** яго
гарызантальнае размеркаванне.

Гэта прыводзіць да перамяшчэння
вялікіх мас паветра, узнікае **вечер**.

Вецер, які мае скорасць:
(5 – 8)м/с – умераны (сярэдні);
больш за 14 м/с – моцны;
(20 – 25)м/с – штармавы;
звыш 30м/с – ураганны.

**У некаторых выпадках назіраюцца парывы
ветра пры скорасці каля 100м/с.**

**Каля 2% сонечнай энергіі, што паступае на
Зямлю, ператвараецца ў энергію ветра.**

**Вецер – гэта вялікая аднаўляльная крыніца
энергіі.**

Сумарная магутнасць ветра на Зямлі складае $2700 \cdot 10^{12} \text{Вт} = 2700 \text{ТВт}$.

І толькі $1/4$ частка яе можа быць выкарыстана на вышыні да 100м над паверхню Зямлі.

Калі б на ўсіх кантынентах пабудаваць ветракі, то можна атрымаць магутнасць каля 40ТВт .

Пры гэтым $1/10$ частка гэтай энергіі перавышае ўвесь гідраэнергетычны патэнцыял.

Сярэдняя магутнасць ветрака каля 15кВт.



Выкарыстоўваюць для:

- пад'ёма і перакачкі вады;
- падзарадкі акумулятараў;
- энергазабеспячэння:
 - фермаў,
 - навуковых станцый,
 - горных пасяленняў,
 - паруснікаў.

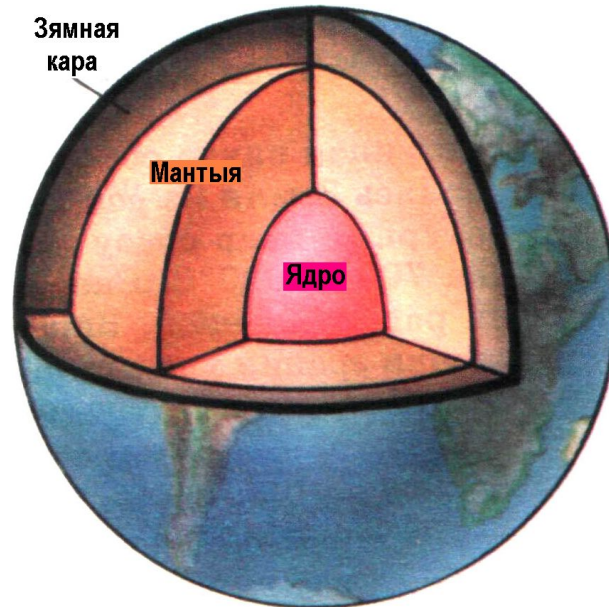


Геотермальна енергія

“Цвѣрдая” сфера Зямлі складаецца з :

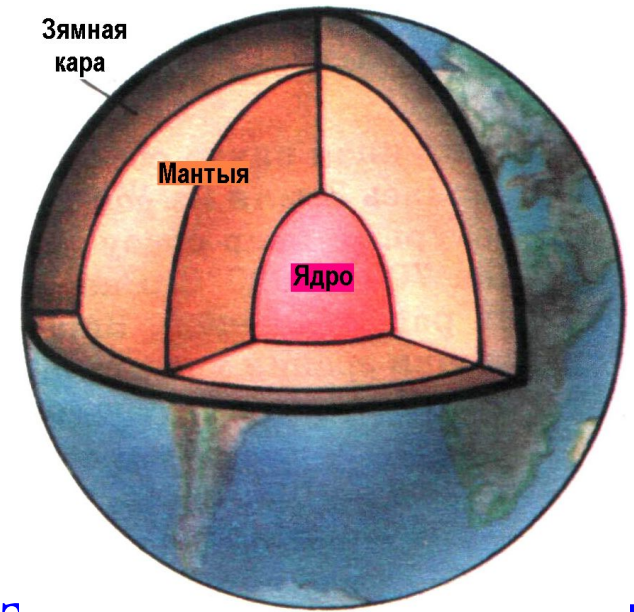
- Зямной кары (7 – 130)км;
- Мантыі – да 2900км;
- Зямнога ядра.

Радыус “цвѣрдай сферы ~ 6400км.



Устаноўлена, што з павелічэннем глыбіні
тэмпература павышаецца:

50км – $(700 - 800)^{\circ}\text{C}$,
500км – $(1500-2000)^{\circ}\text{C}$,
1000км – $(1700-2500)^{\circ}\text{C}$,
2900км – $(2000-4700)^{\circ}\text{C}$,
6400км – $(2200-5000)^{\circ}\text{C}$.



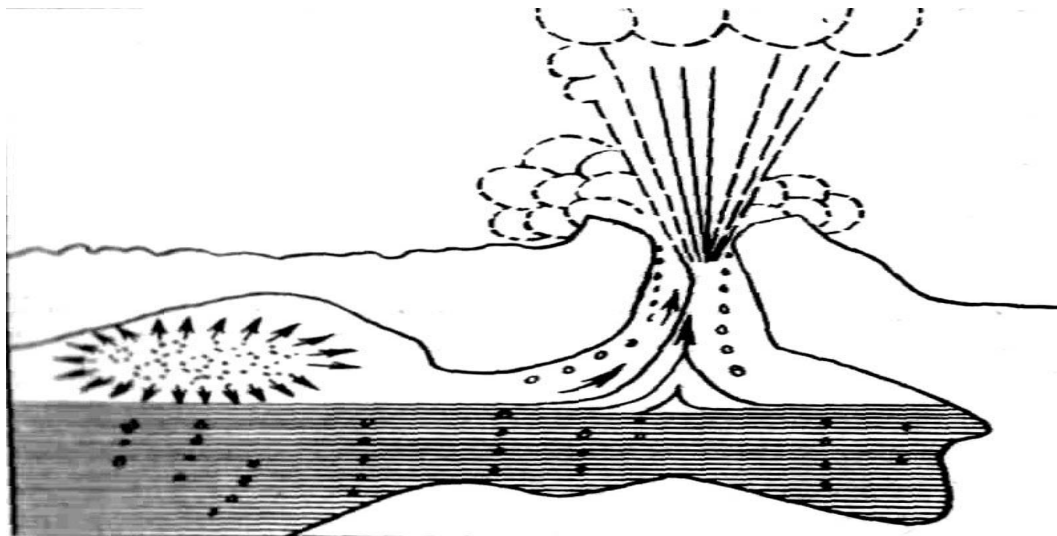
Павышэнне тэмпературы з ростам глыбіні
паказвае, што існуе патоk цеплавой энергіі ад
зямнога ядра да перыферыі.

Зямля – прыродны цеплавы рэактар.

Тэмпературны градыент складае ад $30^{\circ}\text{C}/\text{км}$
да $80^{\circ}\text{C}/\text{км}$.



Там дзе ў працэсе цыркуляцыі вада грунту
праходзіць праз пясчанік і іншыя порыстыя
пароды і дабіраецца да слаёў адносна высокай
тэмпературы, а затым падымаецца ўверх,
бьюць **гейзеры**.



У сучасны момант у свеце працуе каля **20** геатэрмальных электрастанцый магутнасцю да **500 МВт** кожная.

Іх агульная магутнасць ~ **1,5 ГВт**.

Сабекошт вытворчасці геатэрмальнай энергіі параўнальны з коштам атамнай і цеплавой.

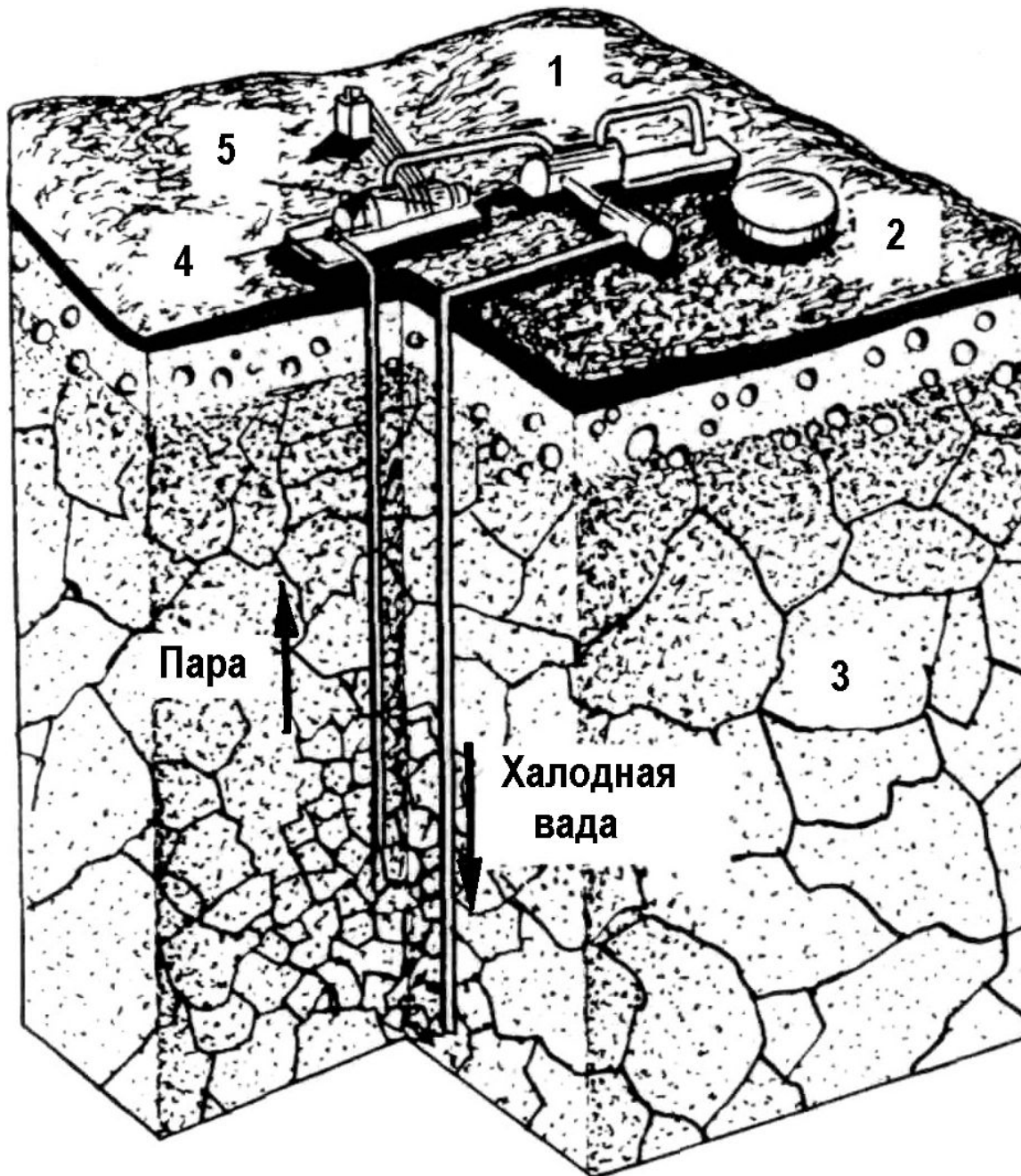
Лепшая рэклама выкарыстання цеплыні з сэрца Зямлі – **Ісландыя**.

Гэта “лядовая зямля” (парадокс!) родзіць яблыкі, памідоры, дыні, бананы.

А нядаўна там залажылі **кафейныя плантацыі**.

Прынцыпіяльная схема геатэрмальнага парагенератара:

- 1** – вадзяны кандэнсар,
- 2** – рэзервуар ахалоджанай вады,
- 3** – сухая гарачая парода,
- 4** – турбіна,
- 5** – генератар.



Сонечная энергія

Энергія Сонца таксама адносіцца да аднаўляльных рэсурсаў.

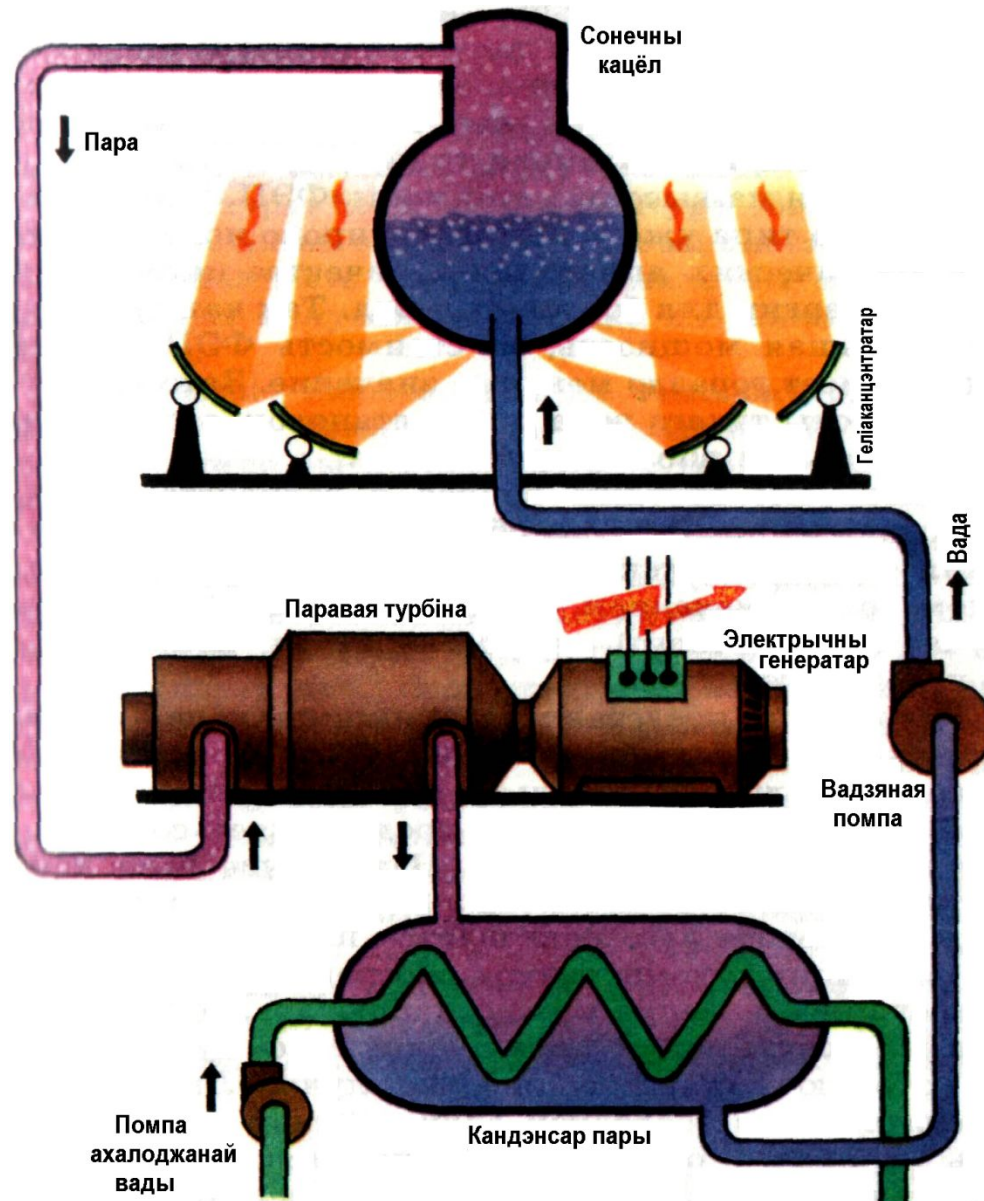
Лічыцца, што на 1м^2 сушы і акіяна Зямлі прыходзіцца каля **0,16 кВт** сонечнай энергіі.

Для ўсёй паверхні Зямлі яна складае $\sim 10^{14}$ кВт. **Такой магутнасці** (і нават у тысячу разоў меншай) дастаткова ўсяму чалавецтву.

Выкарыстанне сонечнай энергіі ідзе ў **двух напрамках:**

- Выкарыстанне паўправадніковых элементаў (батарэй), ККД $\sim$ **(10-15)%** - нізкі;
- Стварэнне парасілавых устаноў.

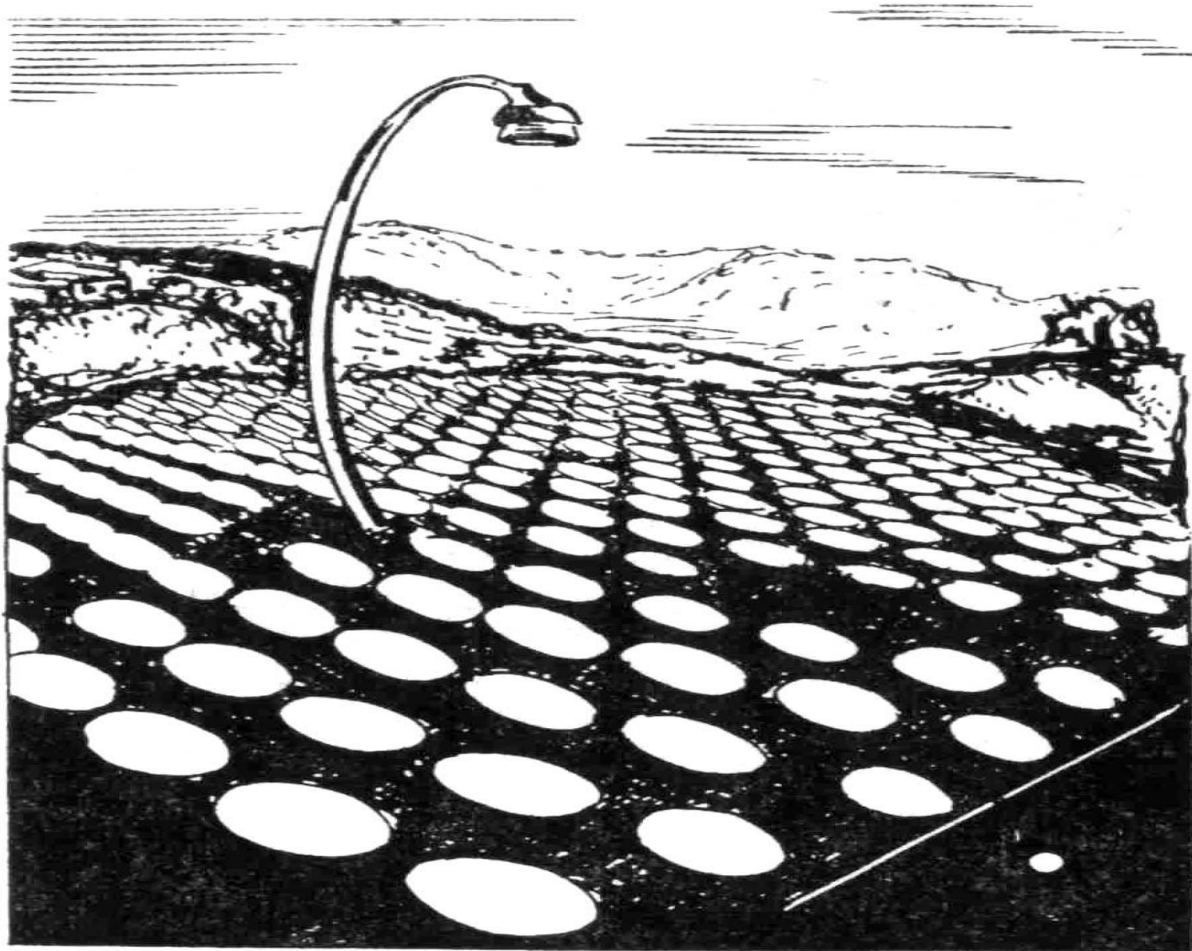
Прынцыпіяльная схема сонечнай парасілавой устаноўкі:



Геліаканцэнтратар – сукупнасць люстэркаў і лінз – факусіруе сонечныя прамяні на кацёл.

Кошт пабудовы сонечнай парасілавой устаноўкі ў (5-10) разоў большы, чым для ЦЭС.

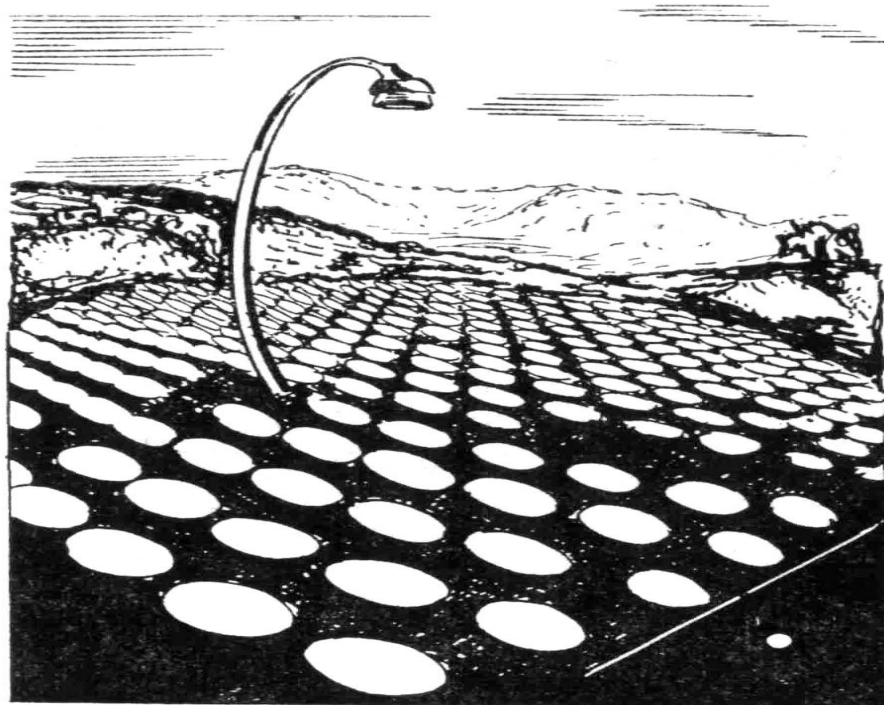
Для пераўтварэння сонечнай энергіі ў
цеплавую выкарыстоўваюцца **геліастаты** –
сістэма плоскіх люстраў і **рыверсы**, якія
запаўняюцца вадой ці газам.



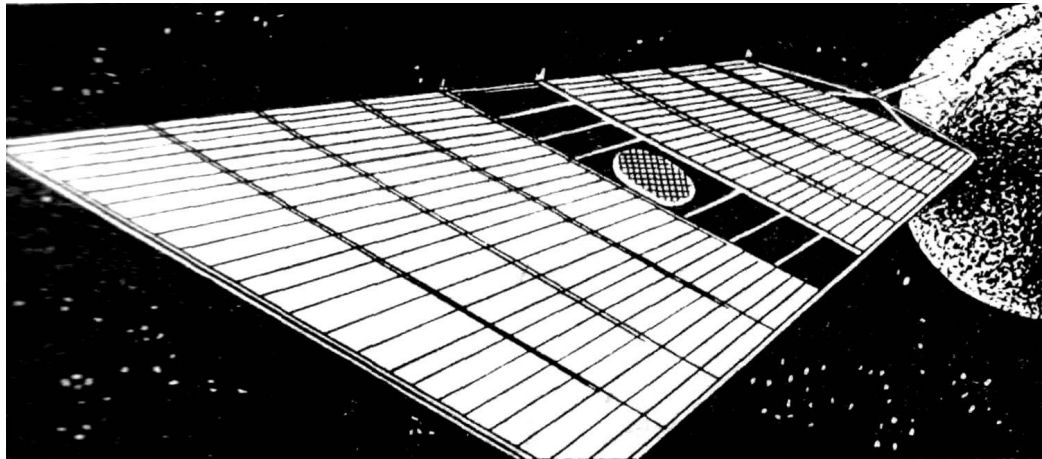
Францыя (фантастычная сонечная печ у Адайю) – 63 геліастата (плошча кожнага каля $1,5 \text{ м}^2$).

Сістэма наводзіць “сонечныя зайчыкі” на рыверсы, якія знаходзяцца на вышыні 60м.

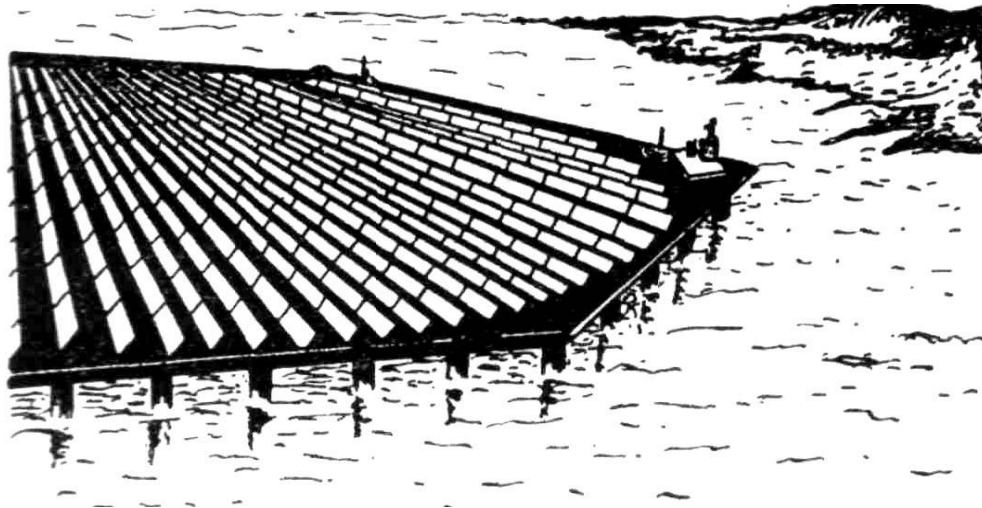
Тэмпература вады ў рыверсе дасягае $\sim 3800 \text{ }^{\circ}\text{C}$.



Перспектыва – сонечныя станцыі (батарэі) ў космасе, на арбіце

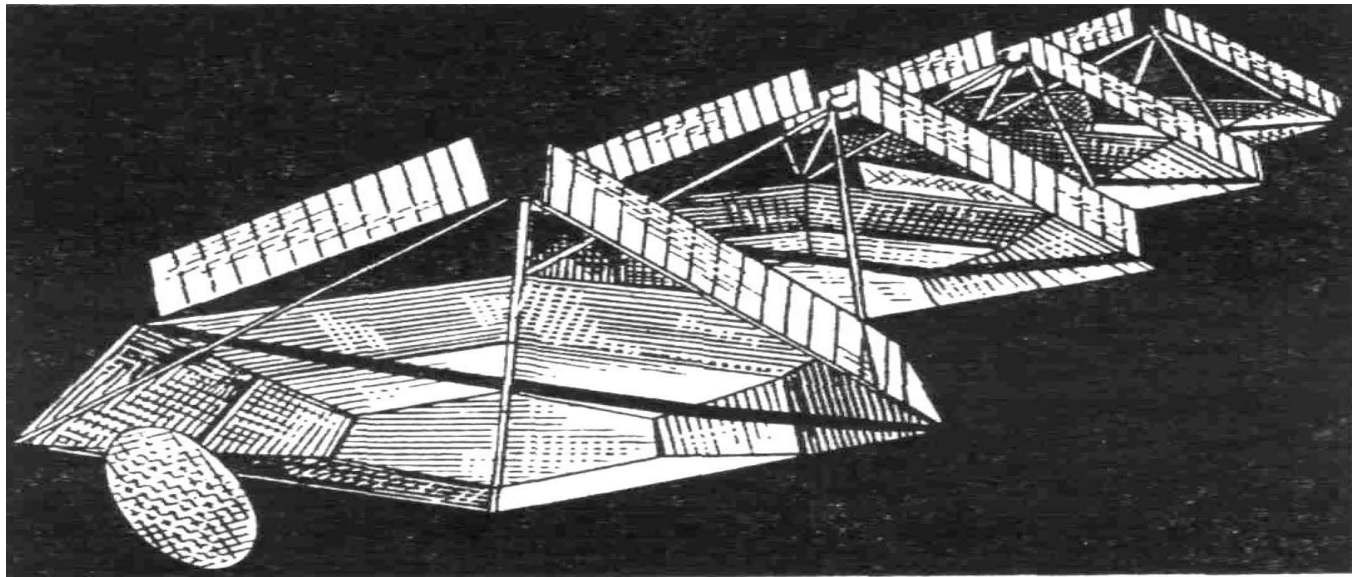


На Зямлі прыёмныя антэны (дыяметр каля 10км)



Праект арбітальнай станцыі – чатыры
сегманта памерам каля **15км**.

Круглы дыск збірае энергію і перадае яе на
Зямлю ў выглядзе мікрахваль.



Прагноз – 2020год, **вытворчасць сонечнай
энергіі – (10-15)%**.

