

# 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 ( $c \sim c = 3 \cdot 10^8 \text{ м/с}$ ).**

**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.**

$$p = mv$$

**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?**

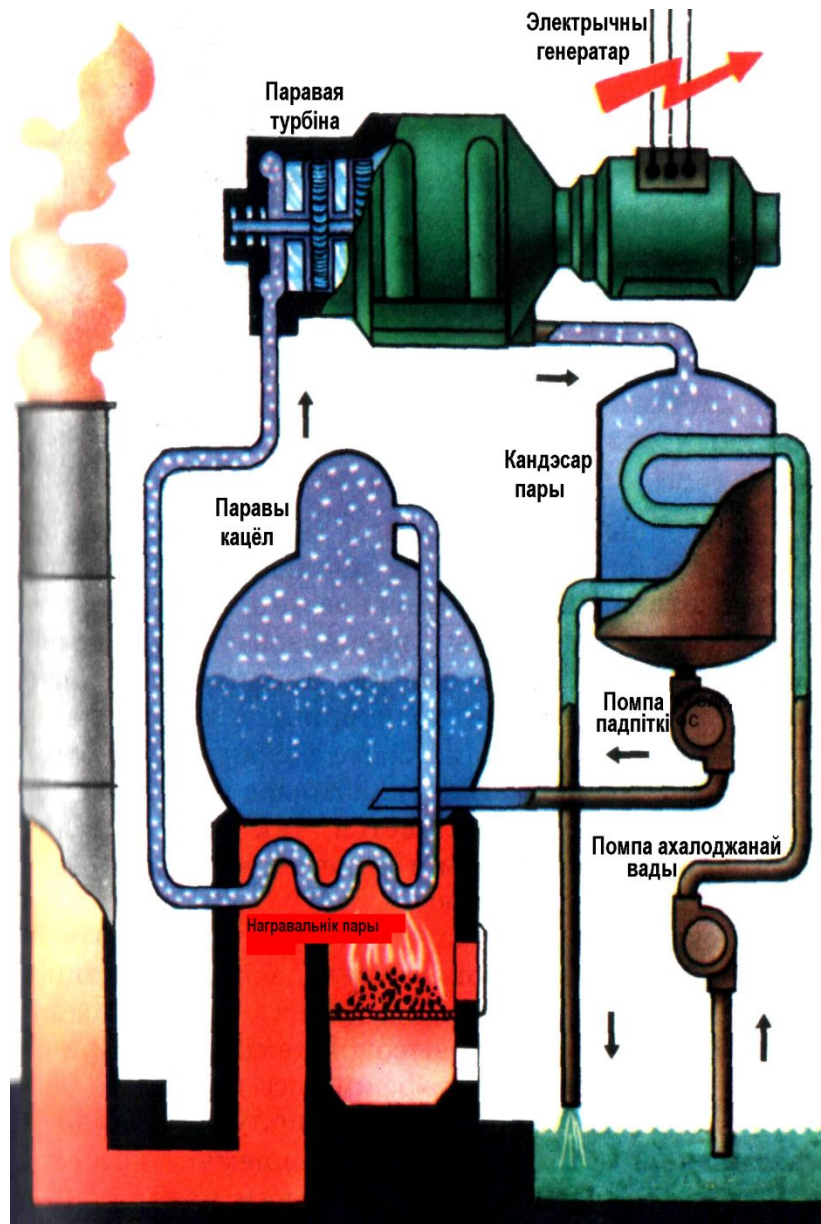


# Цеплавая энергія

Палівам

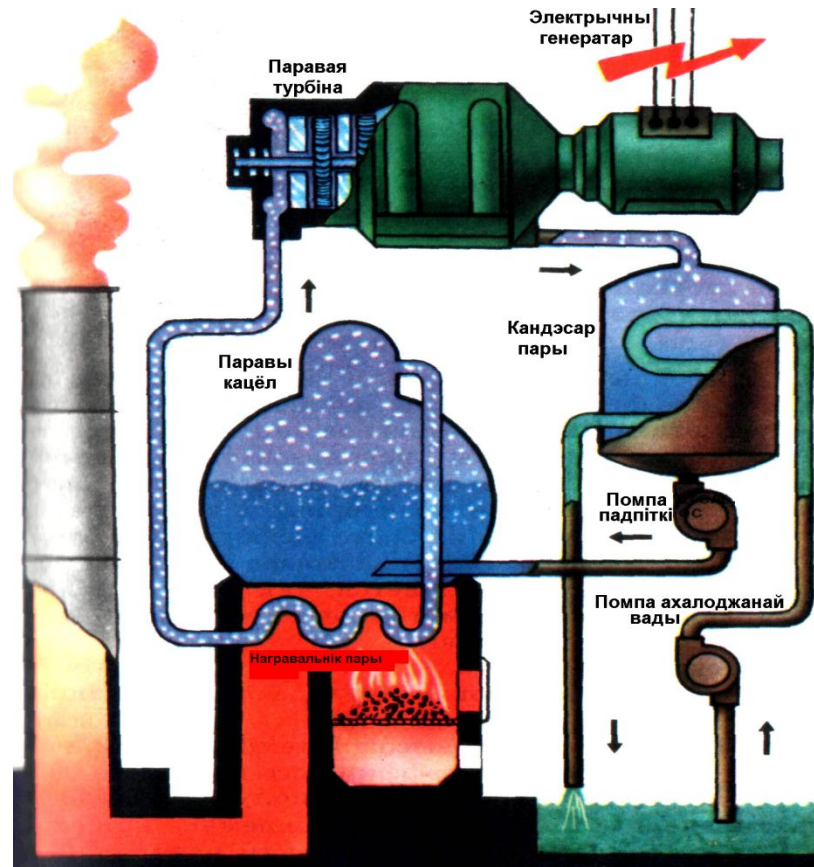
для

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

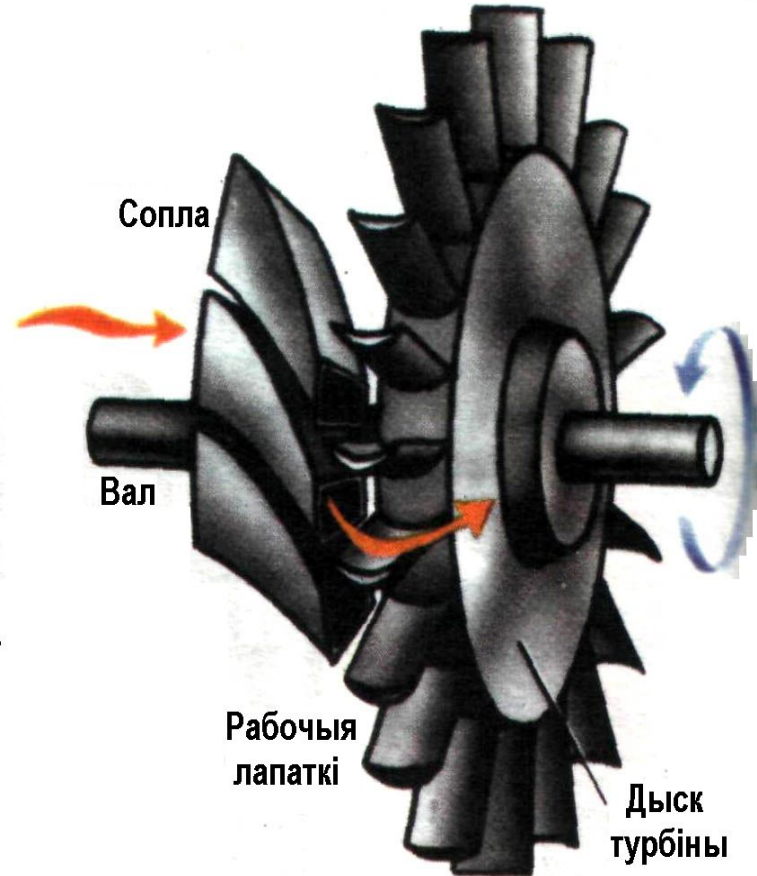


Пад уздзеяннем цяпла вада ў паравым катле ператвараецца ў пару з тэмпературай каля  $550^{\circ}\text{C}$ .

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



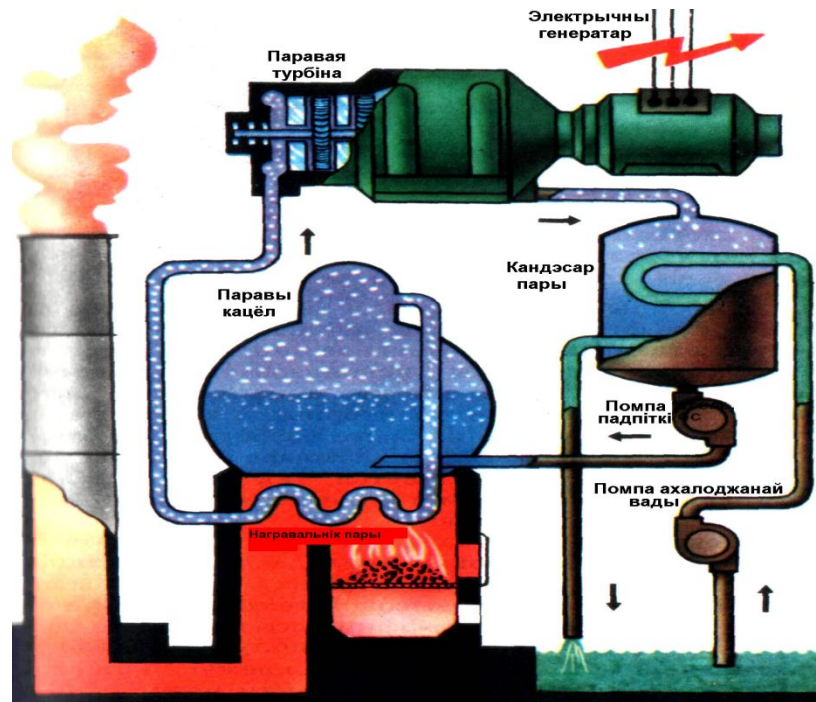
У паравой турбіне пара високага ціску і тэмпературы паступае ў **сопла**, дзе ціск і тэмпература памяншаюцца, але павышаецца скорасць руху патоку пары, павелічваецца **кінетычная энергія**.



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  $25^{\circ}\text{C}$  паступае ў кандэнсар, у якім ператвараецца ў ваду, якая зноў падаецца ў кацёл.

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



## 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  $800\text{ м}$ , адкуль вынікае, што агульная патэнцыяльная гідраэнергія на зямным шары складае  $320 \cdot 10^{18}$  Дж ( $320\text{ ЭДж}$ ) (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**.

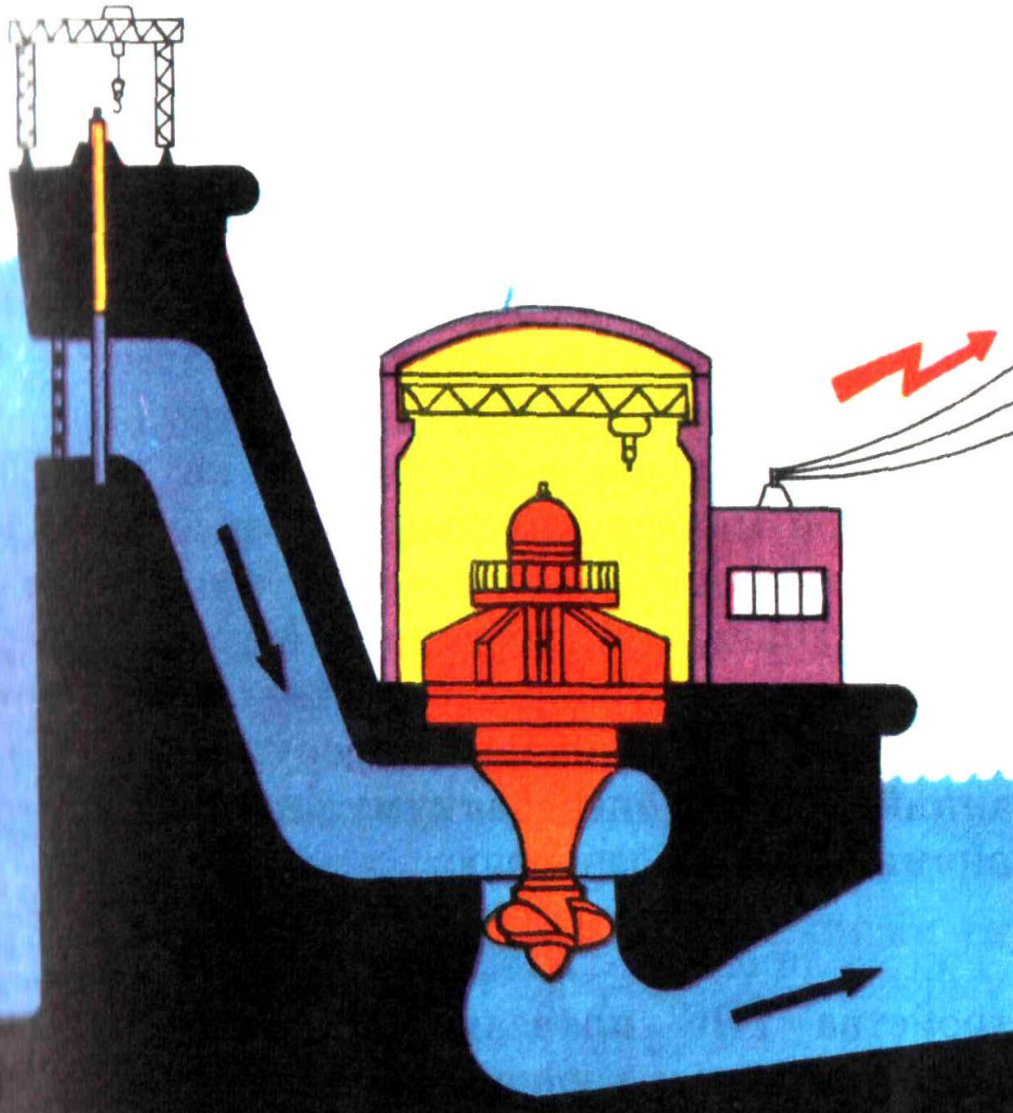
Сумарная магутнасць гідастанцый свету складае каля **500 ГВт** ( $5 \cdot 10^{11}$  Вт).



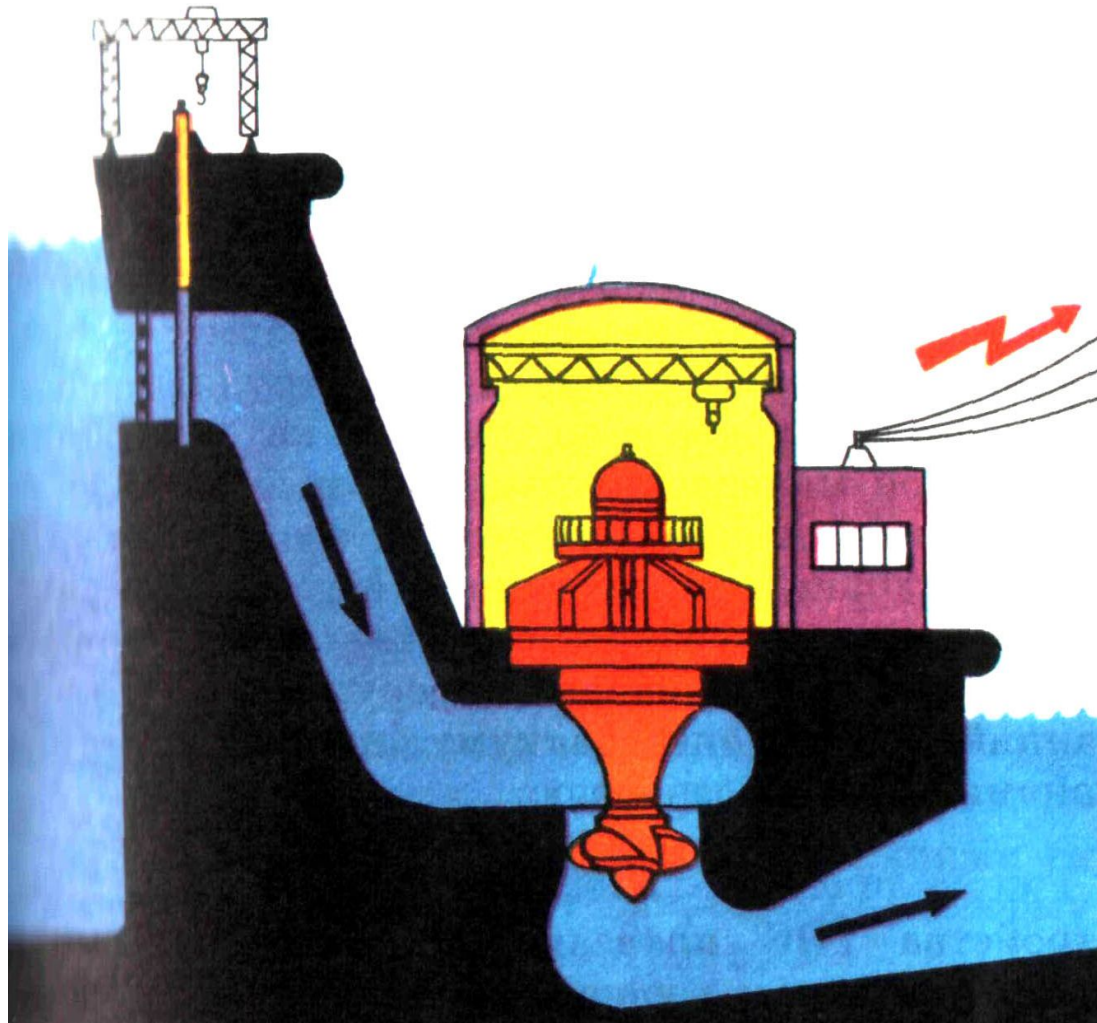
**Для ГЭС** выкарыстоўваецца энергія рэк.

**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;

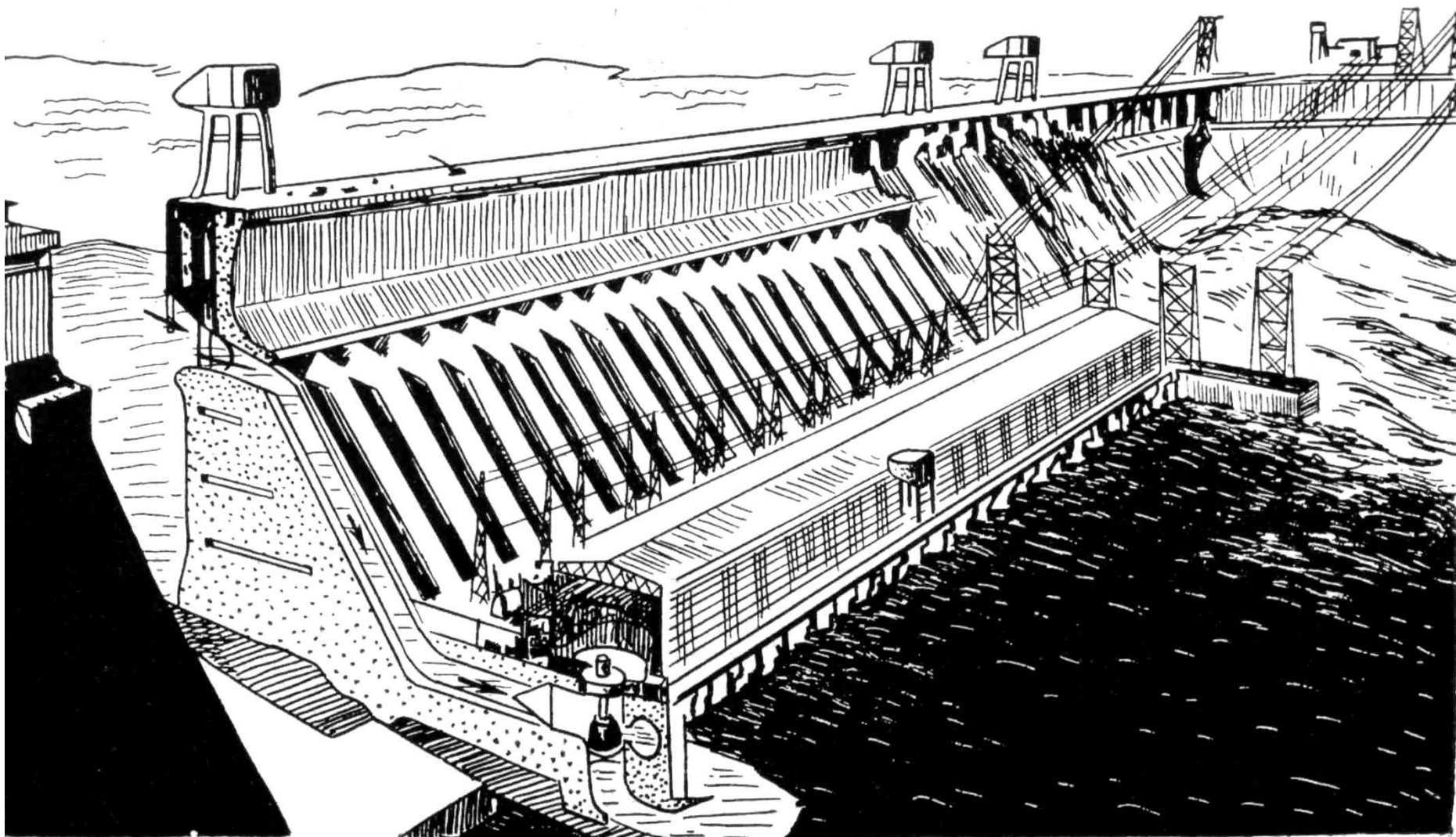
- высокі ККД (да 70%), паколькі

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.**

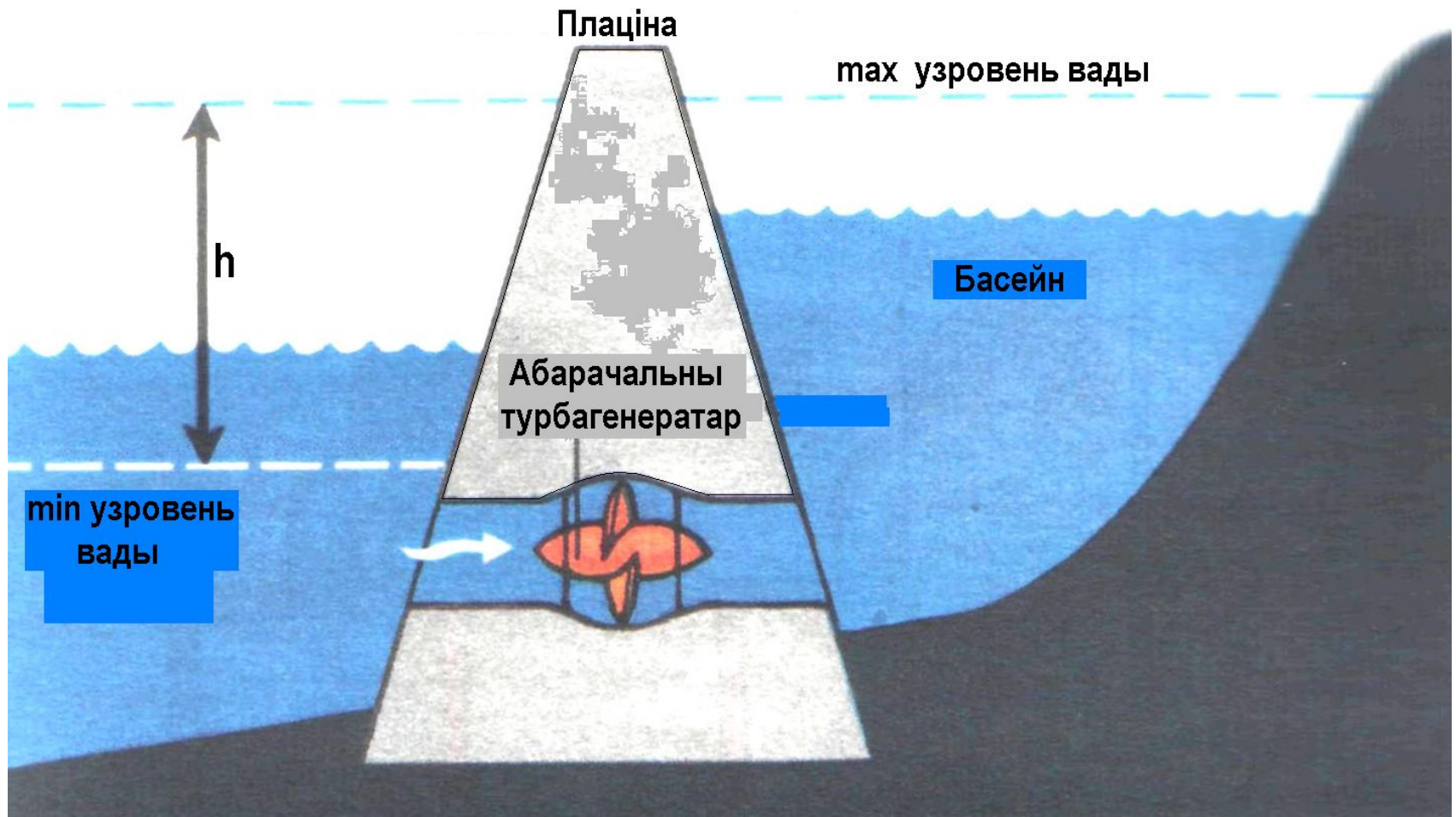
У сучасны момант існуе дзве прыліўныя электрастанцыі:

- 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  
невывізначаны.





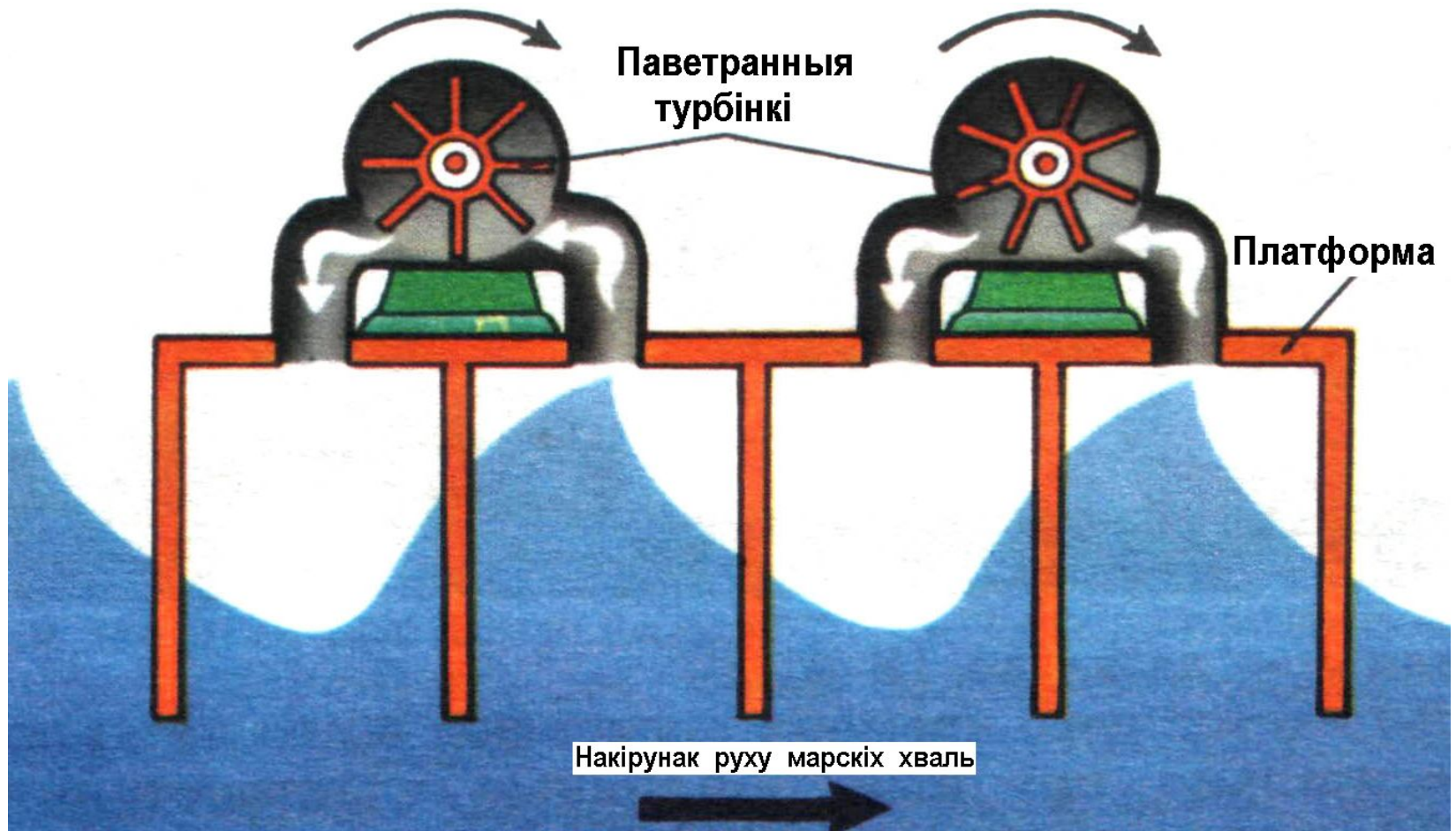
# Энергія марскіх хваль

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.

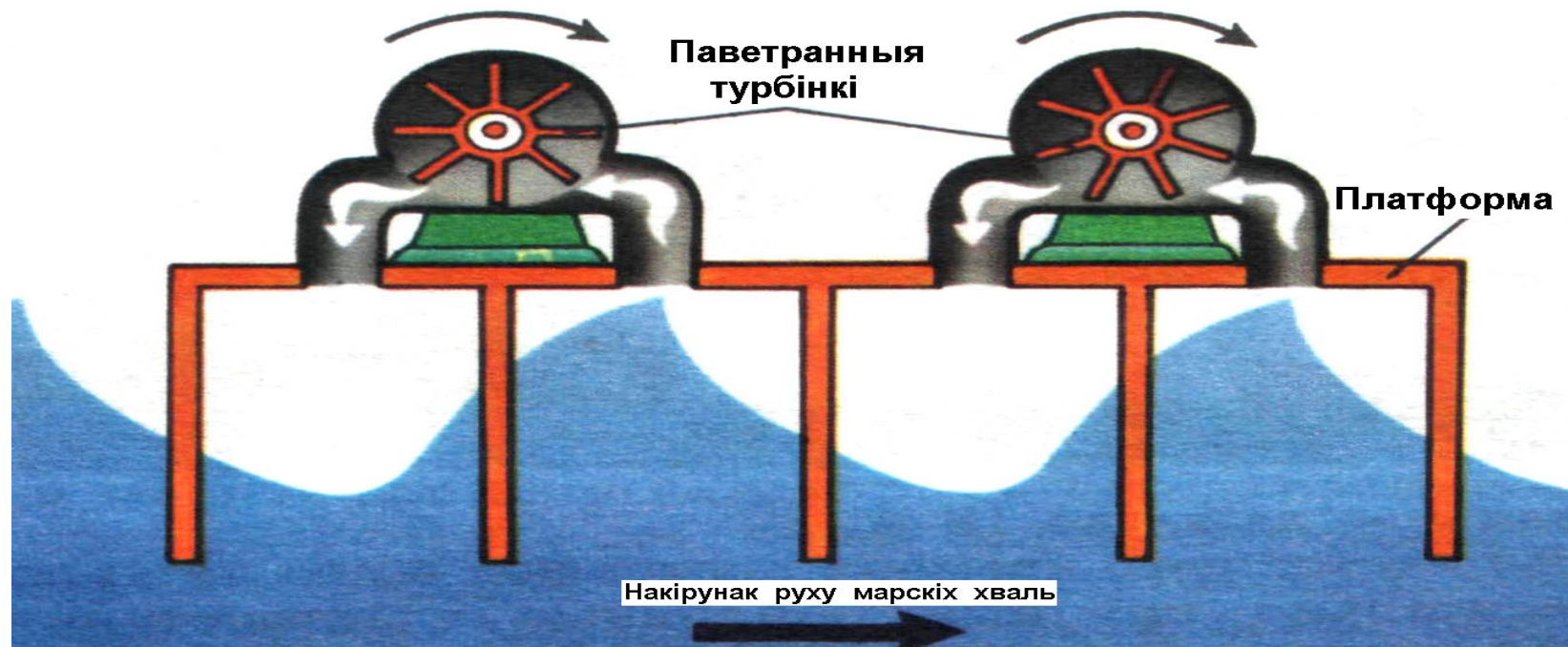
**Платформа падзяляецца на паветраныя секцыі, якія адыгрываюць ролю цыліндраў паветранага рухавіка.**



**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

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

$\alpha_0$  і  $\alpha$  - 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 **вецер**.

**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  $100 \text{м}$  над паверхню Зямлі.

Калі б на ўсіх кантынентах пабудаваць ветракі, то можна атрымаць магутнасць каля  $40 \text{ТВт}$ .

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



# Сярэдняя магутнасць ветрака каля 15кВт.



## Выкарыстоўваюць для:

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

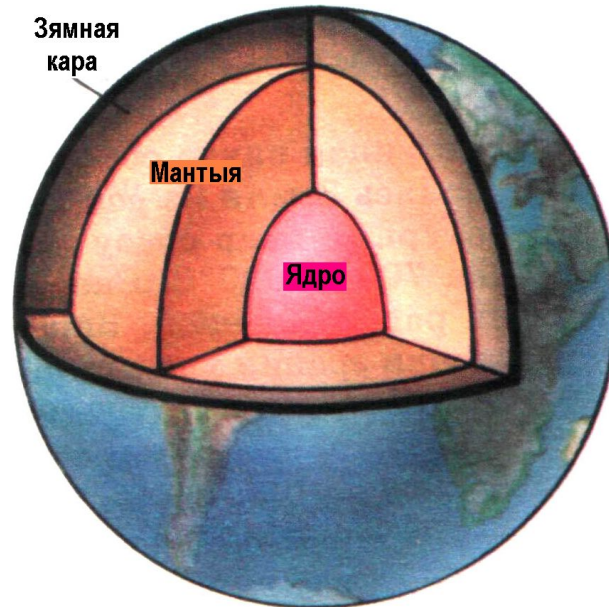


# Геотермальна енергія

“Цвѣрдая” сфера Зямлі складаецца з :

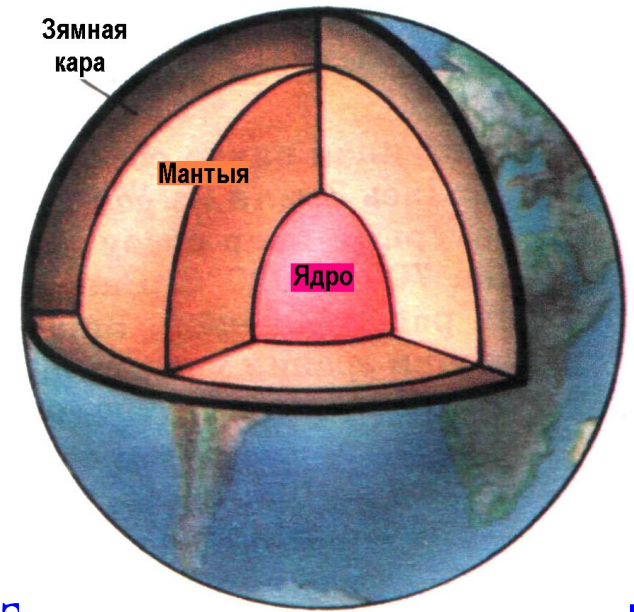
- Зямной кары (7 – 130)км;
- Мантыі – да 2900км;
- Зямнога ядра.

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** –  $(2200-5000)^{\circ}\text{C}$ .



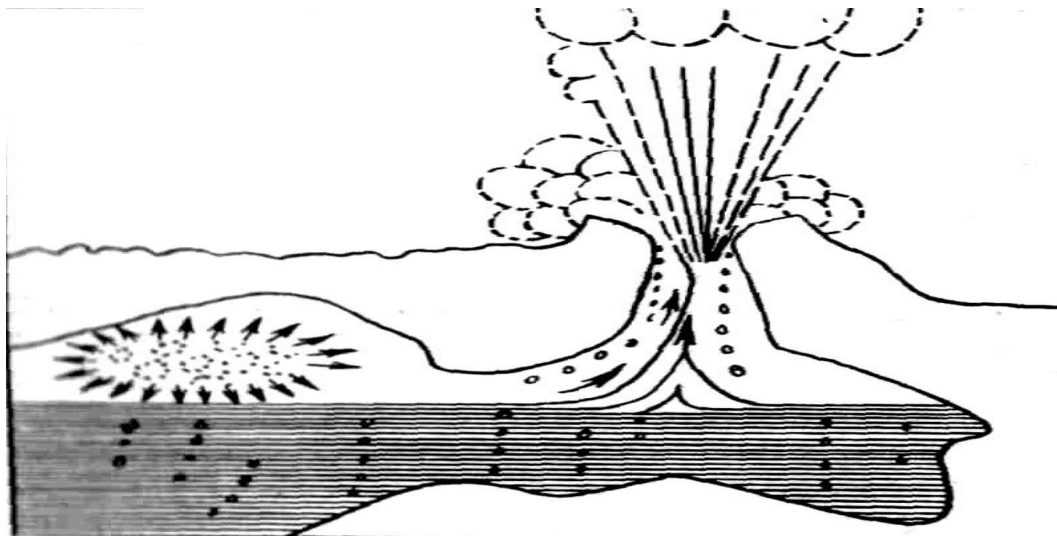
Павышэнне тэмпературы з ростам глыбіні  
паказвае, што існуе патока цеплавой энергіі ад  
зямнога ядра да перыферыі.

**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**.

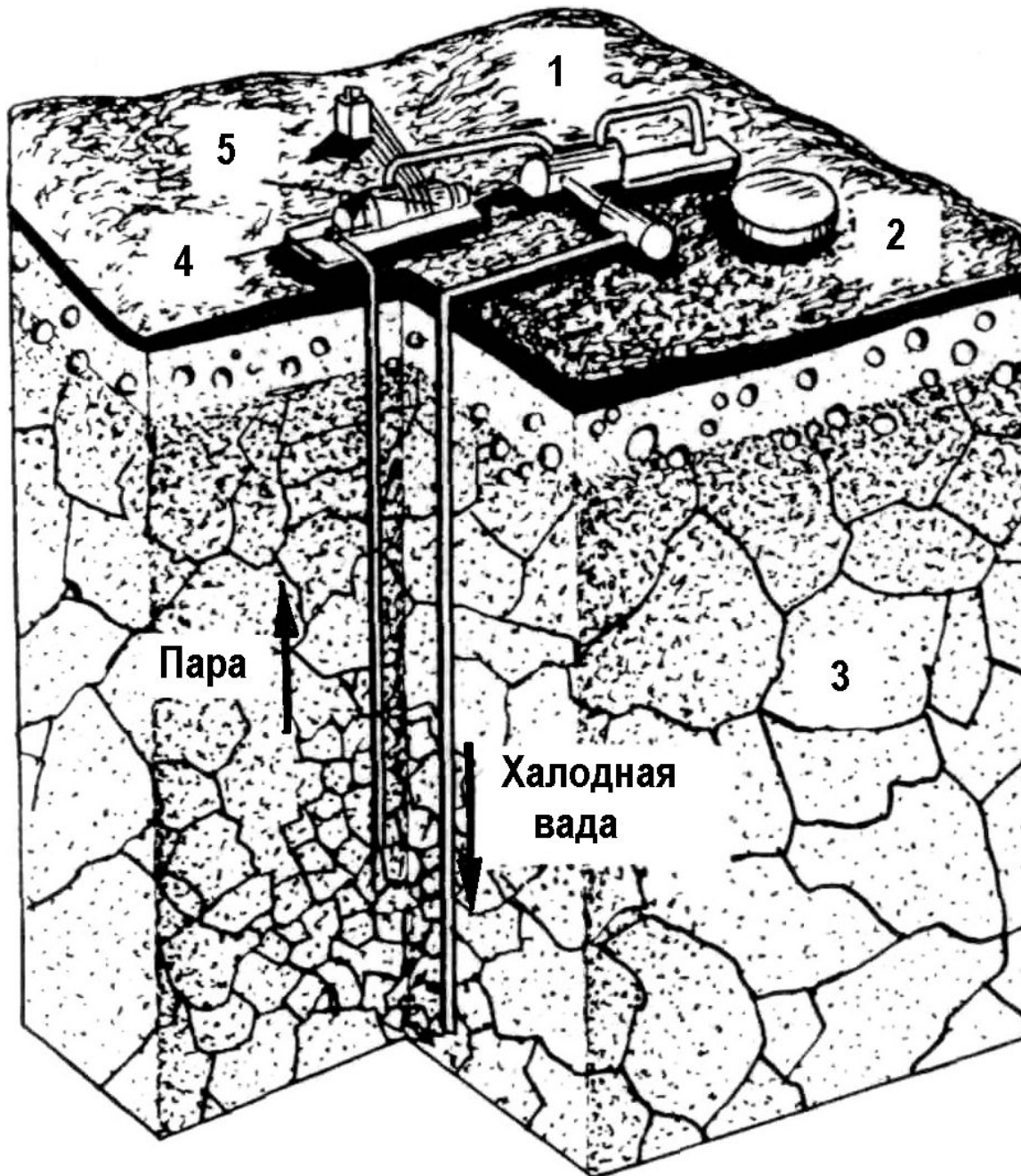
Гэта “лядовая зямля” (парадокс!) родзіць яблыкі, памідоры, дыні, бананы.

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.

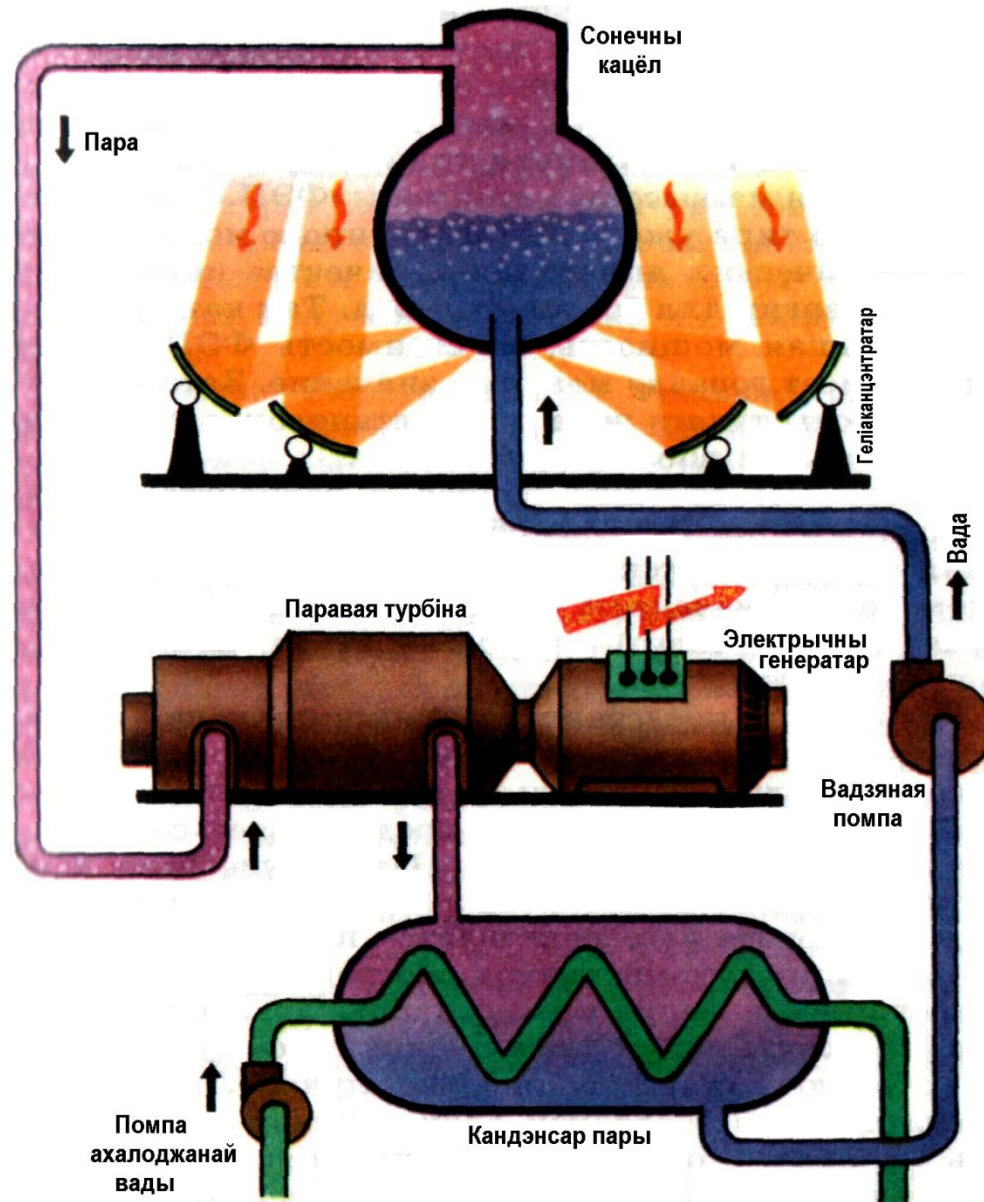
Лічыцца, што на  $1\text{м}^2$  сушы і акіяна Зямлі прыходзіцца каля **0,16 кВт** сонечнай энергіі.

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:

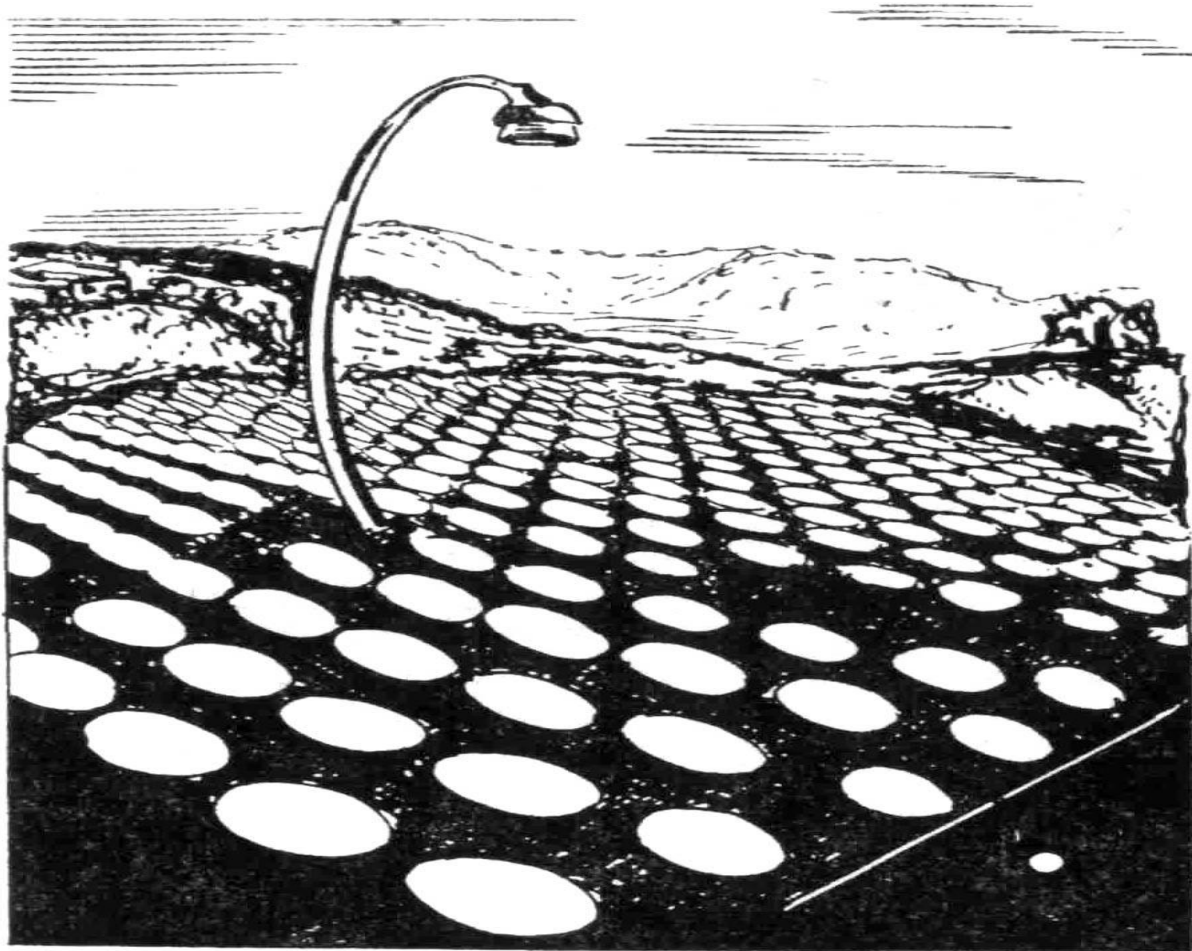


Геліаканцэнтратар – сукупнасць люстэркаў і лінз – факусіруе сонечныя прамяні на кацёл.

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



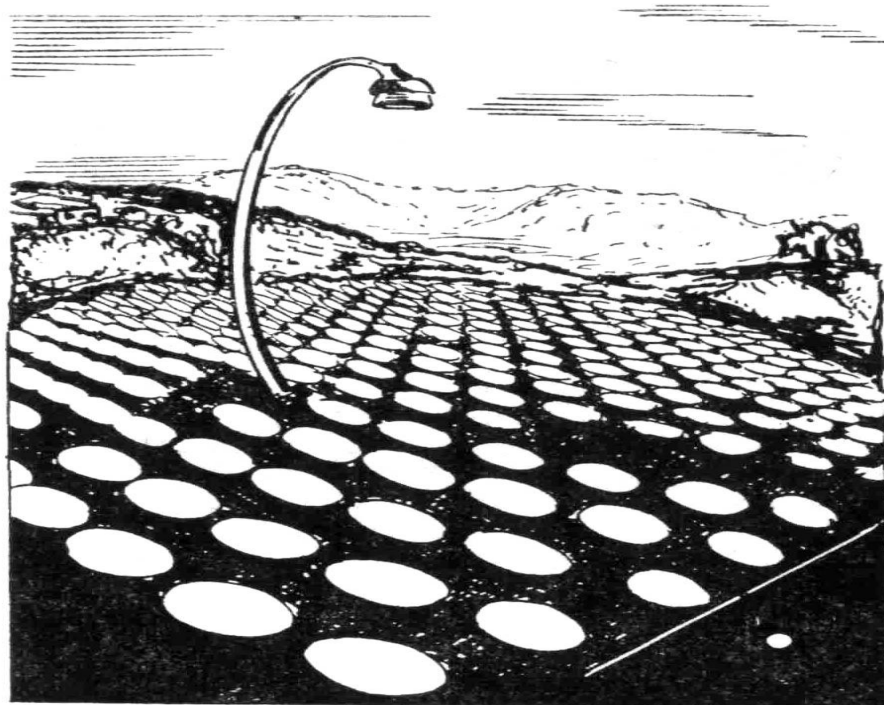
Для пераўтварэння сонечнай энергіі ў  
цеплавую выкарыстоўваюцца **геліастаты** –  
сістэма плоскіх люстраў і **рыверсы**, якія  
запаўняюцца вадой ці газам.



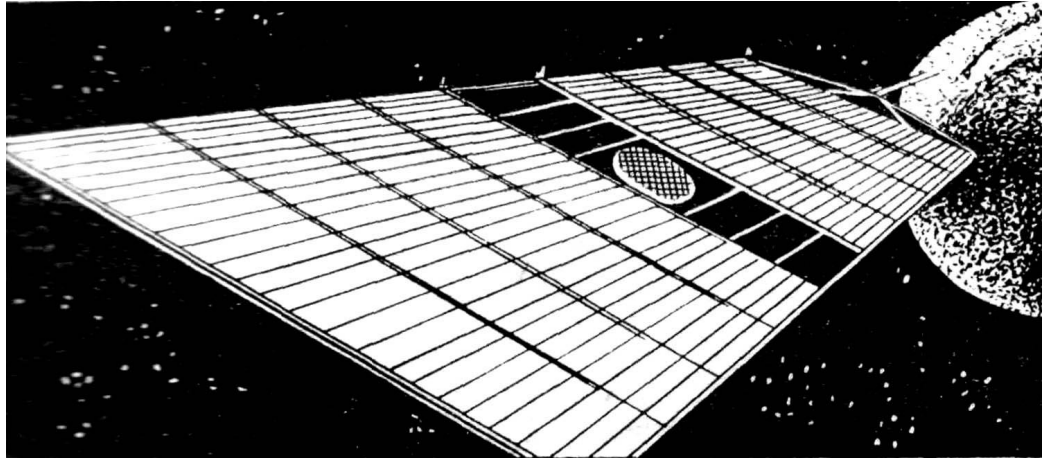
Францыя (фантастычная сонечная печ у Адайю) – 63 геліастата (плошча кожнага каля  $1,5 \text{ м}^2$ ).

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

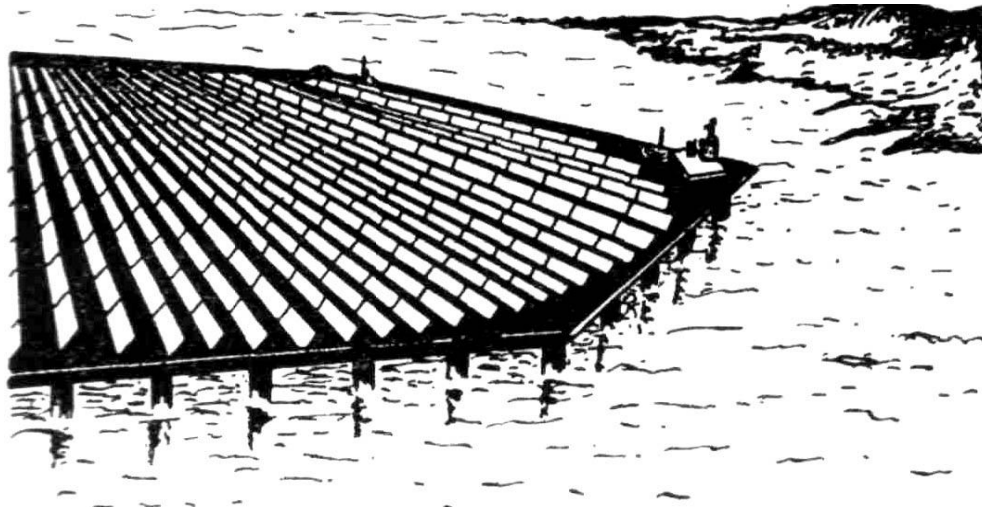
Тэмпература вады ў рыверсе дасягае  $\sim 3800^\circ\text{C}$ .



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

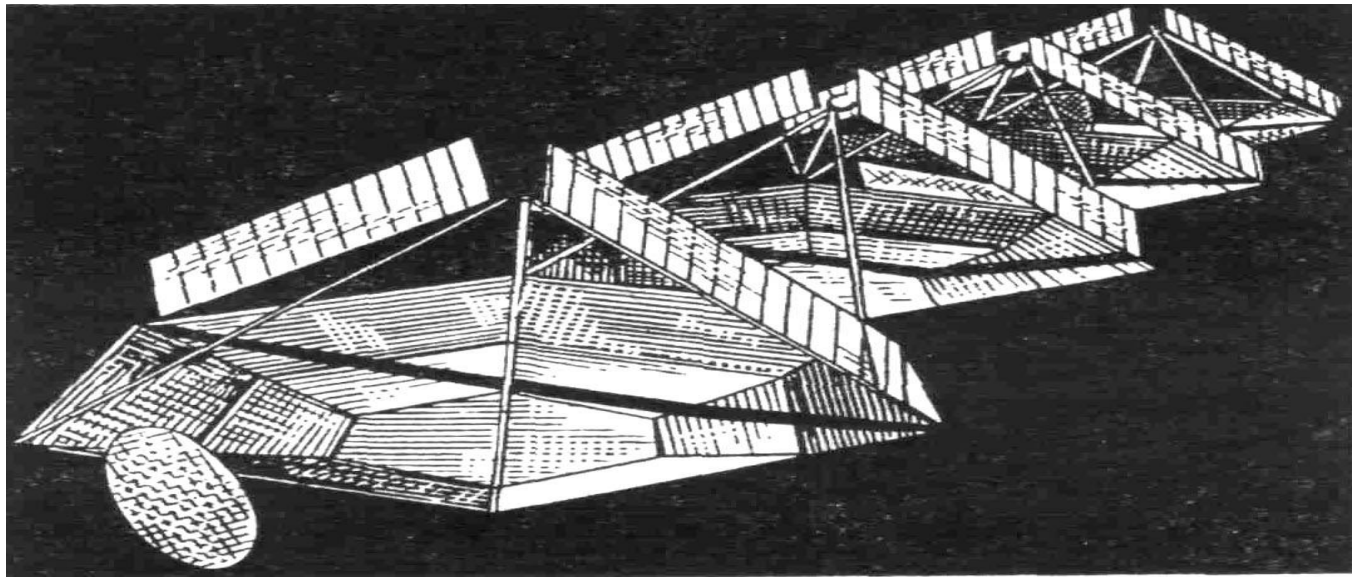


**На Зямлі прыёмныя антэны (дыяметр каля 10км)**



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)%**.

