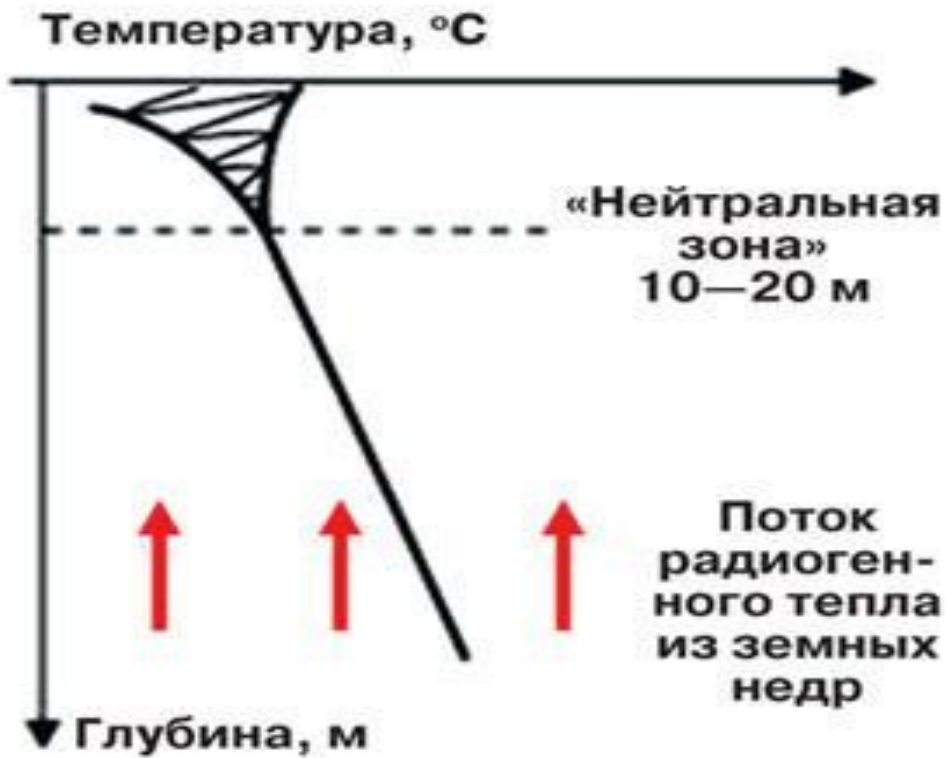


Гео и гидротермальная энергетика.

- Геотермальная энергия — это тепло земных недр.
- Воды, температура которых превышает 20° С, называют термальными (от греческого слова «терме» – «тепло», «жар»).
- геотермальная энергетика базируется на использовании природной теплоты Земли.



Изменение температуры грунта с глубиной.

Изменение температуры грунта по направлению к земной поверхности характеризуется температурным градиентом (dT/dz), измеряемым в °C/км или К/км.

При известном температурном градиенте можно определить распределение температуры пласта:

$$T = T_0 + (dT/dz)z$$

T_0 — температура на поверхности Земли



Табл. Изменение температуры с глубиной в разных регионах.

Область	Геотермическая ступень, м/°С	Геотермический градиент, °С/100 м
Карпаты, Крым, Кавказ	20—50	2—6
Камчатка и Курильские острова	5—33	3—20
Урал, Саяны, Алтай, Тянь-Шань	30—70	1,5—3,5
Русская, Западно-Сибирская, Восточно-Сибирская платформы	30—100	1—3,5
Балтийский и Украинский кристаллические щиты	100—167	0,07—0,1

Отношение разности температур между двумя точками, лежащими на разной глубине, к разности глубин между ними называют геотермическим градиентом.

Обратная величина — геотермическая ступень, или интервал глубин, на котором температура повышается на 1°С.

Чем выше градиент и соответственно ниже ступень, тем ближе тепло глубин Земли подходит к поверхности и тем более перспективен данный район для развития геотермальной энергетики.

- Тепло подземных вод, пара, пароводяных смесей — это **гидротермальная энергия.**
- Тепло непосредственно сухих горных пород — **петротермальная энергия**

Карта геотермальных ресурсов мира



Прогнозные ресурсы геотермальной энергии для теплоснабжения.

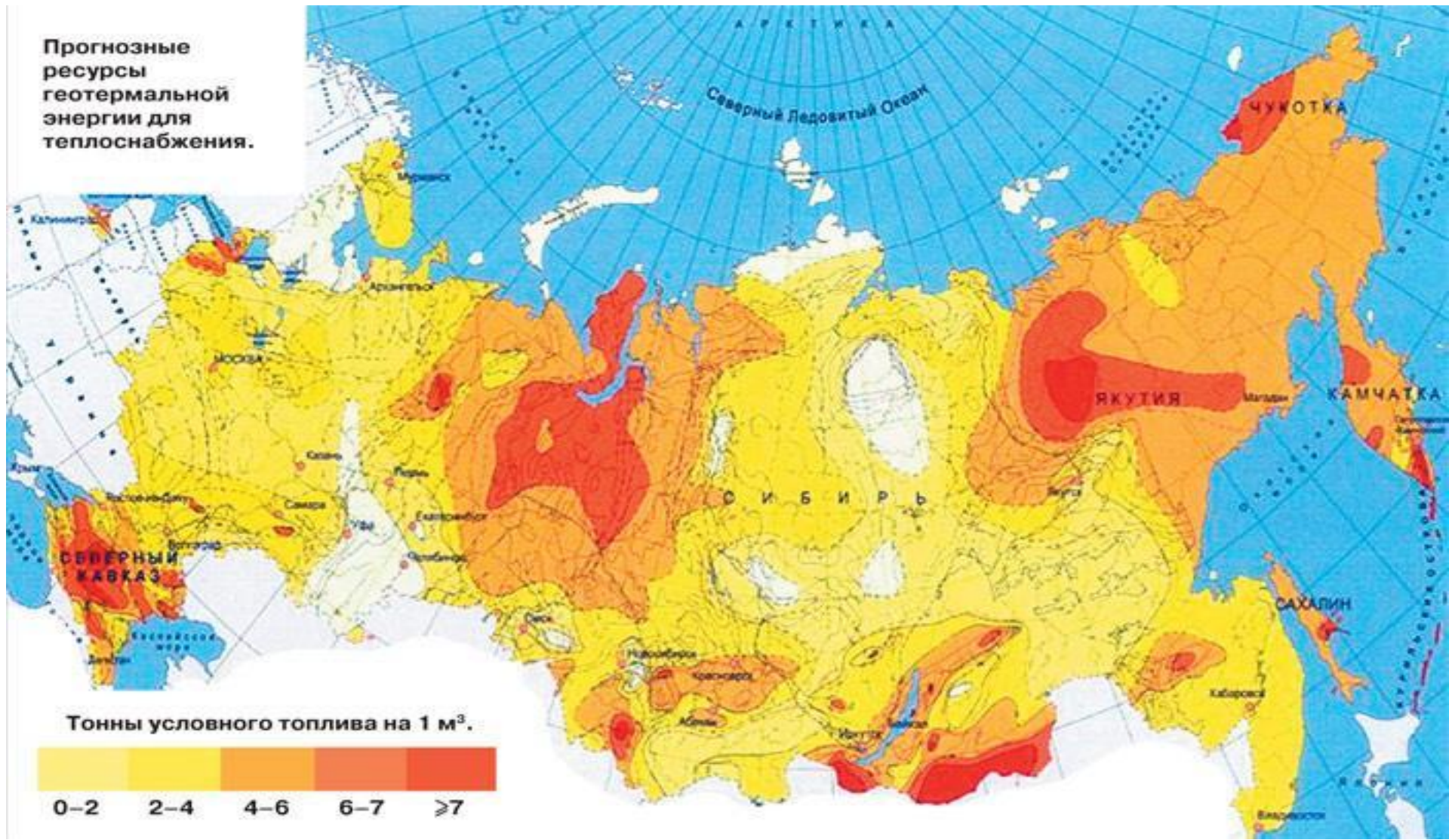
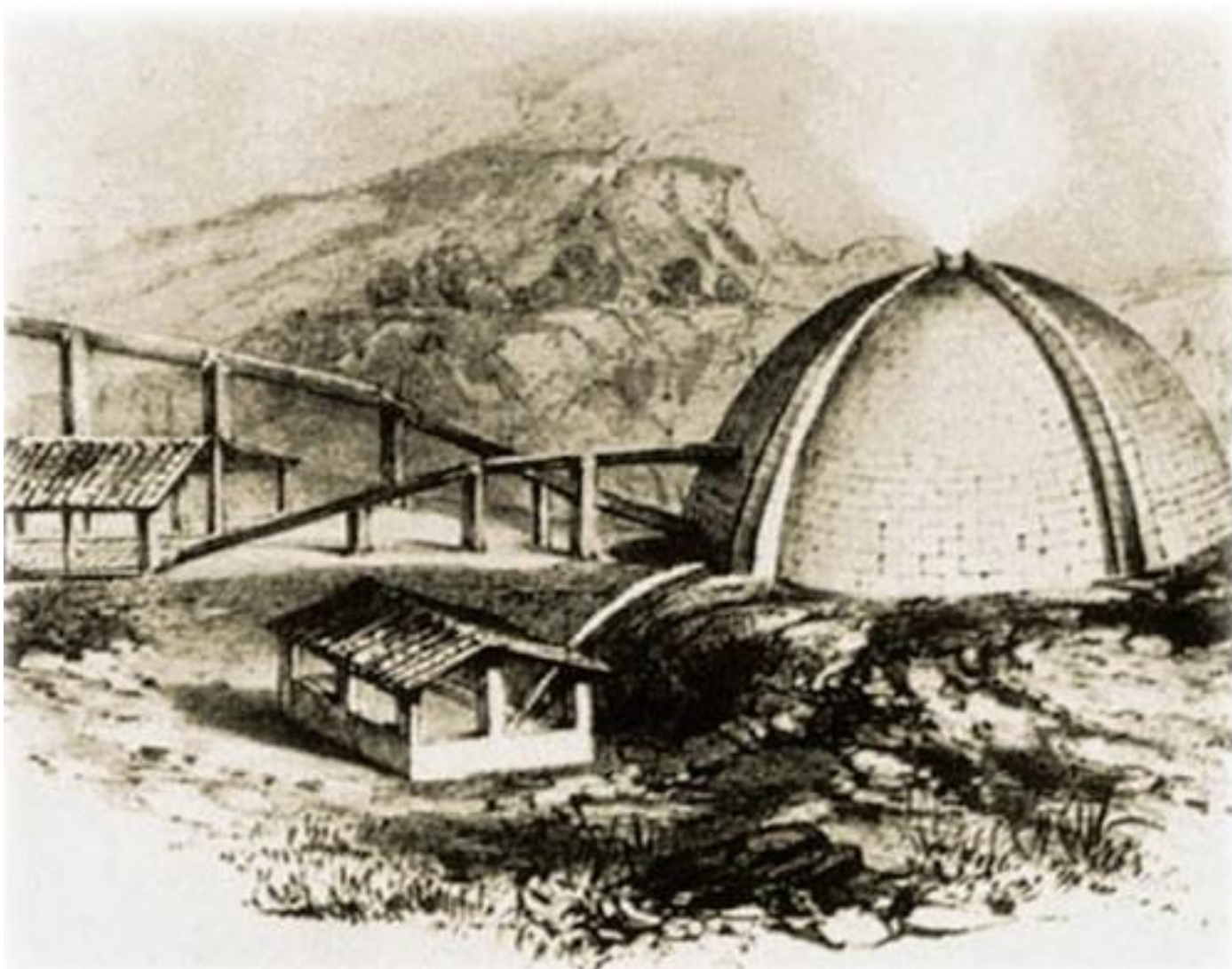


Рис. Распределение геотермальных ресурсов по территории России.

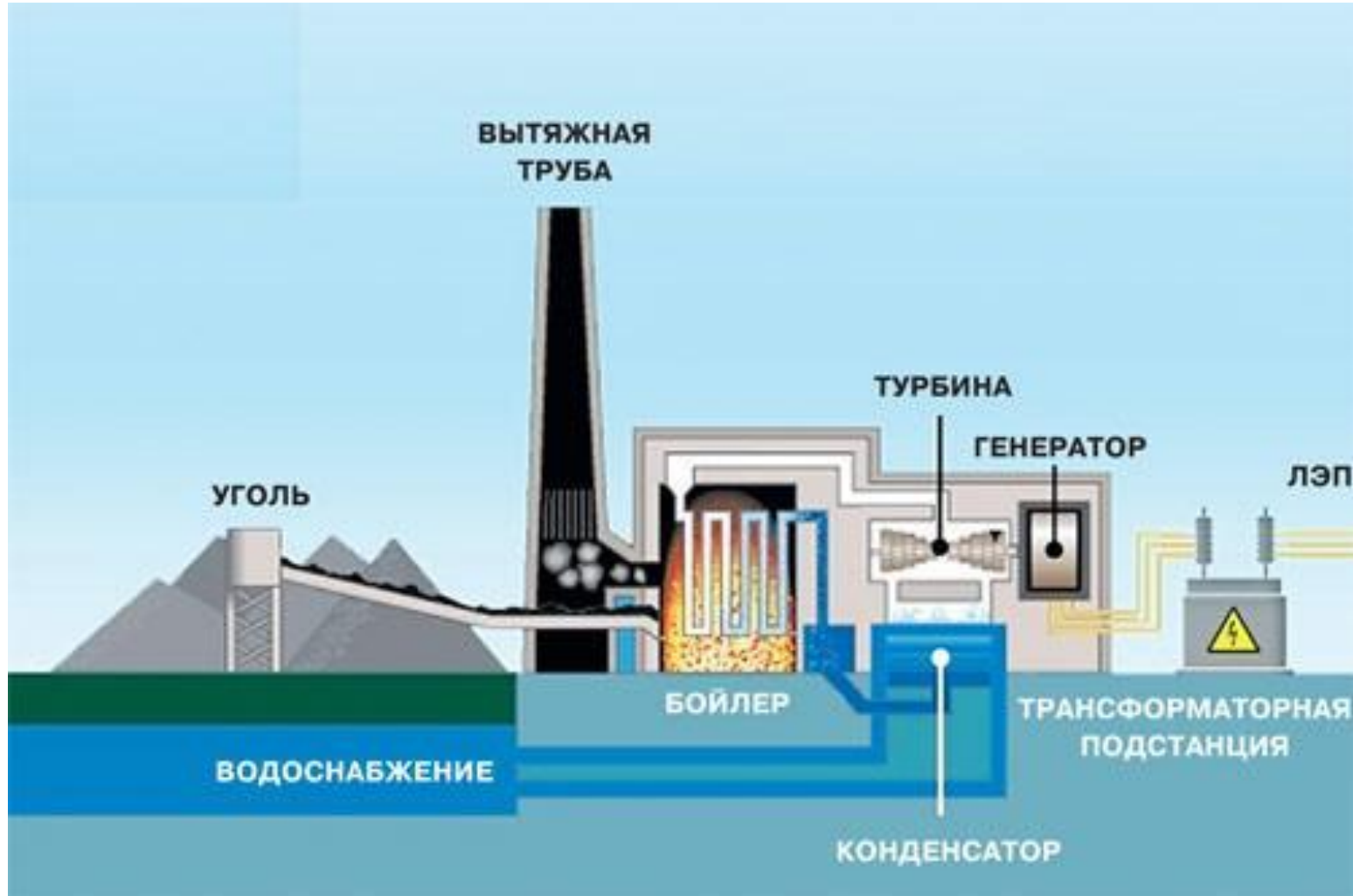
Страна	Годы				Доля в общем производстве электроэнергии, %
	1990	2000	2005	2010	
США	2774,6	2228,0	2544,0	3093,0	0,30
Филиппины	891,0	1909,0	1931,0	1904,0	27,00
Индонезия	144,8	589,5	797,0	1197,0	3,70
Мексика	700,0	755,0	953,0	958,0	3,00
Италия	545,0	785,0	790,0	843,0	1,50
Новая Зеландия	283,2	437,0	435,0	628,0	10,00
Исландия	44,6	170,0	322,0	575,0	30,00
Япония	214,6	546,9	535,0	536,0	0,10
Сальвадор	95,0	161,0	151,0	204,0	25,00
Кения	45,0	45,0	127,0	167,0	11,20
Коста-Рика	0,0	142,5	163,0	166,0	14,00
Никарагуа	35,0	70,0	77,0	88,0	10,00
Россия (Камчатка)	11,0	23,0	79,0	82,0	0,04
Турция	20,6	20,4	20,4	82,0	0,20
Папуа-Новая Гвинея	0,0	0,0	39,0	56,0	2,70
Гватемала	0,0	33,4	33,0	52,0	3,41

Табл. Установленные мощности геотермальных электростанций по странам мира, МВт.



Коллектор для сбора термальной борной воды в Лардерелло (Италия), первая половина XIX века.

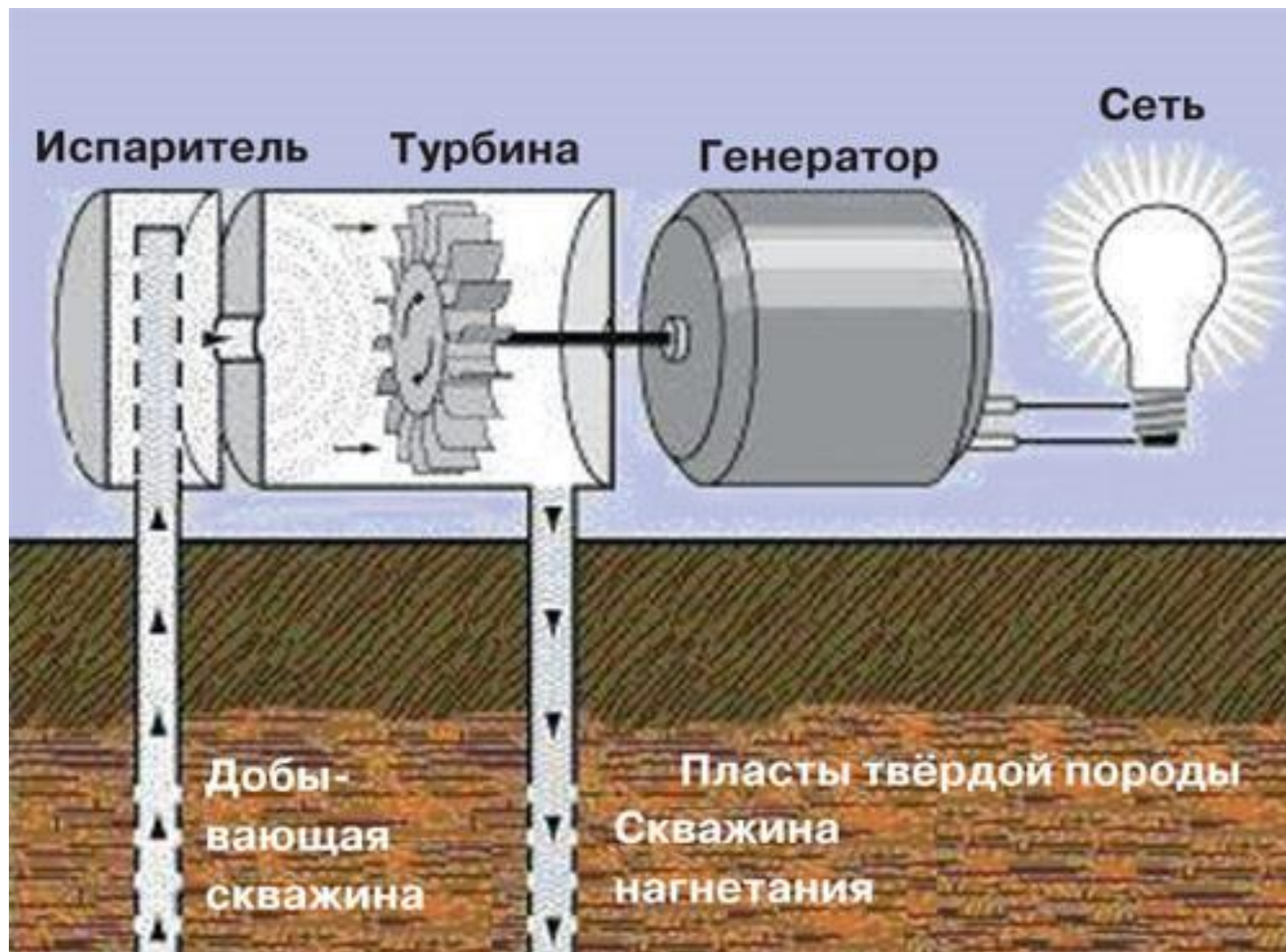
Принцип работы геотермальной электростанции (ГеоЭС) сходен с принципом работы обычной тепловой электростанции (ТЭС). По сути, геотермальная электростанция — разновидность ТЭС.



Принципиальная схема работы тепловой электростанции.

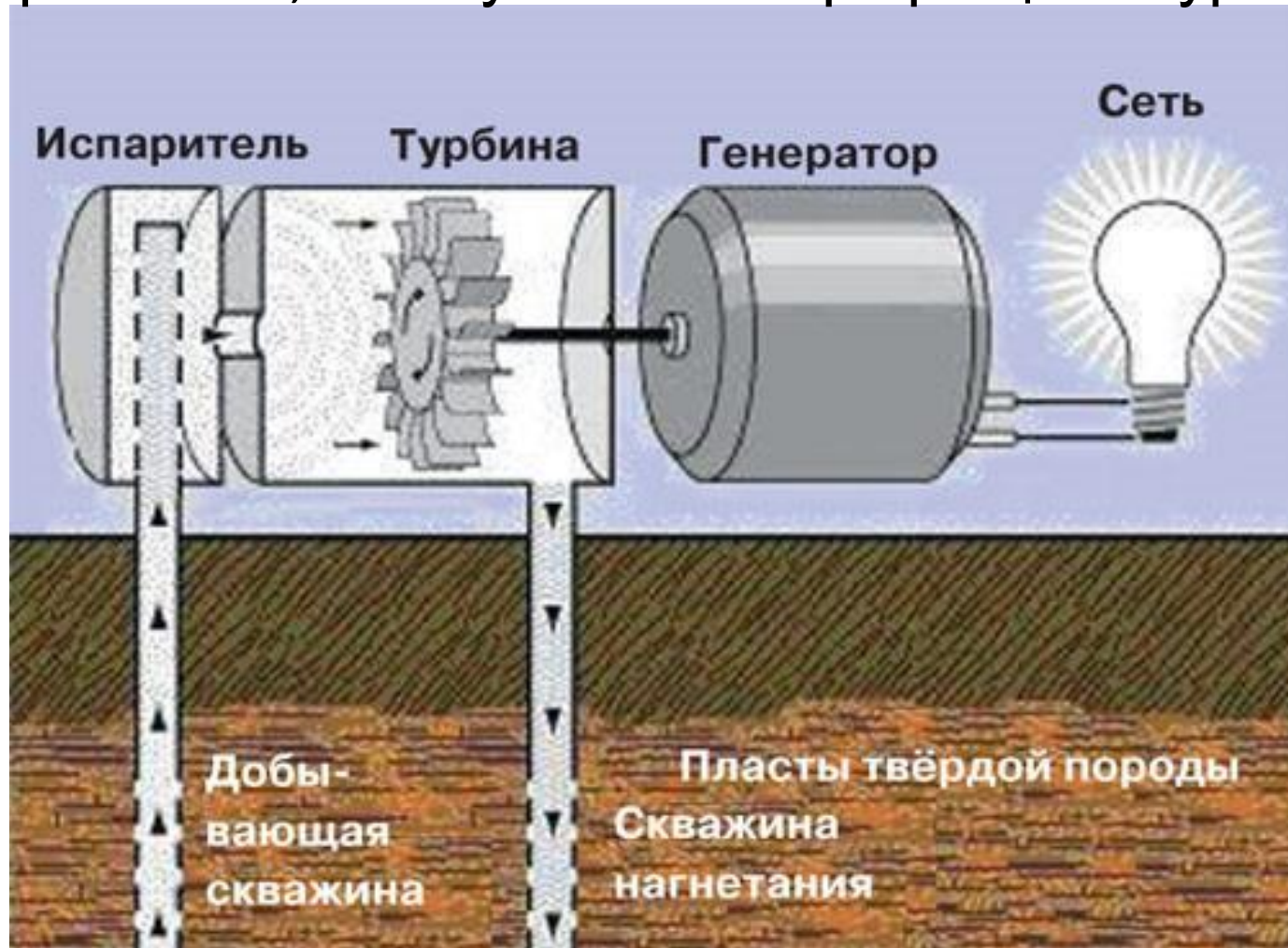
Основные схемы работы ГеоЭС:

1. *прямая, с использованием сухого (геотермального) пара* – пар непосредственно пропускается через турбину



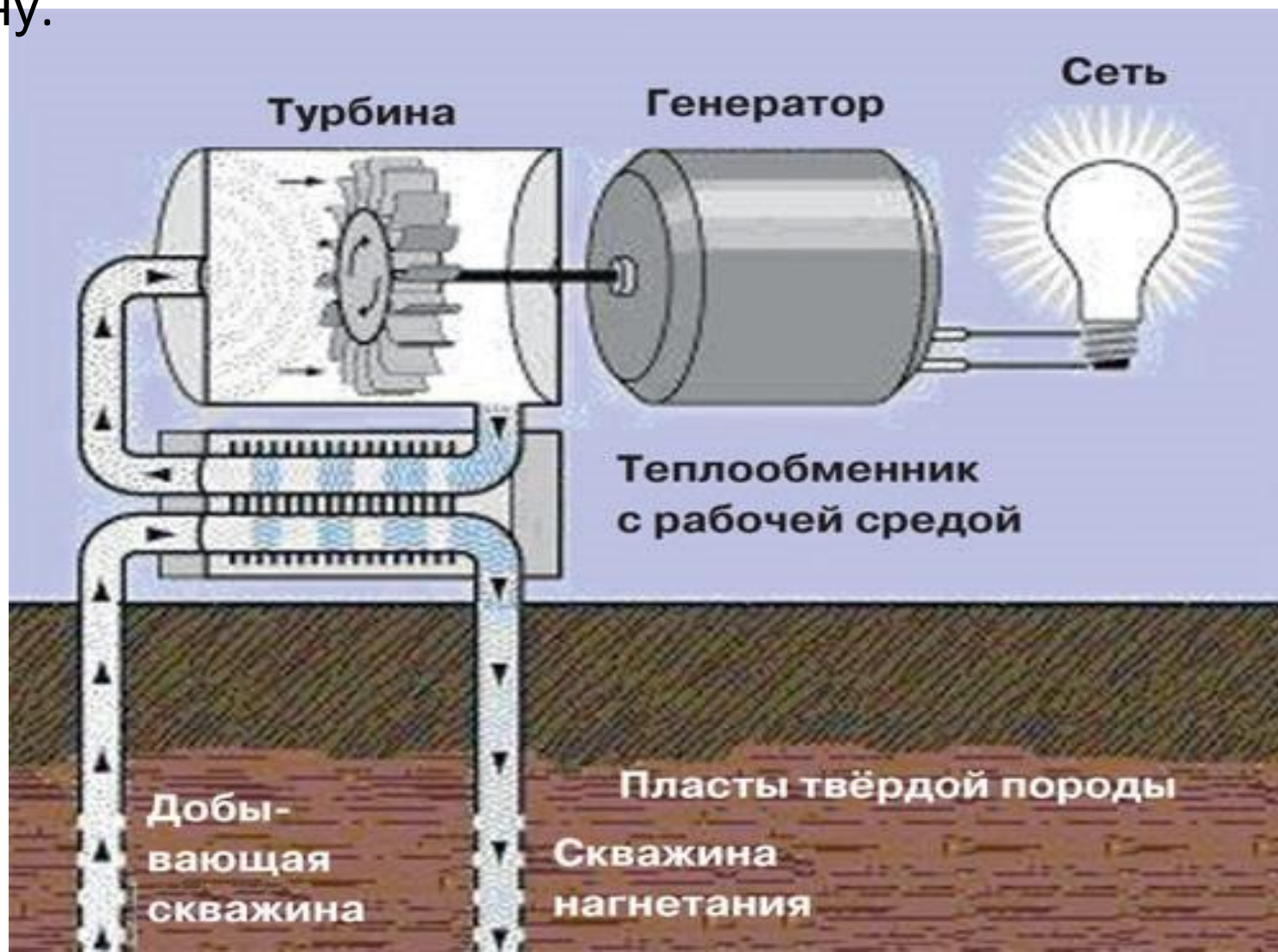
Принцип работы ГеоЭС на сухом пару.

2. *непрямая, на основе гидротермальной воды* – используется горячая подземная вода, которая под высоким давлением нагнетается в испаритель, где часть её выпаривается, а полученный пар вращает турбину



Принцип работы ГеоЭС с непрямой схемой.

3. Смешанная или бинарная - горячая термальна́я вода взаимодействует с другой жидкостью, выполняющей функции рабочего тела с более низкой температурой кипения. Обе жидкости пропускаются через теплообменник, где термальна́я вода выпаривает рабочую жидкость, пары которой вращают турбину.



Использование петротермальной энергии

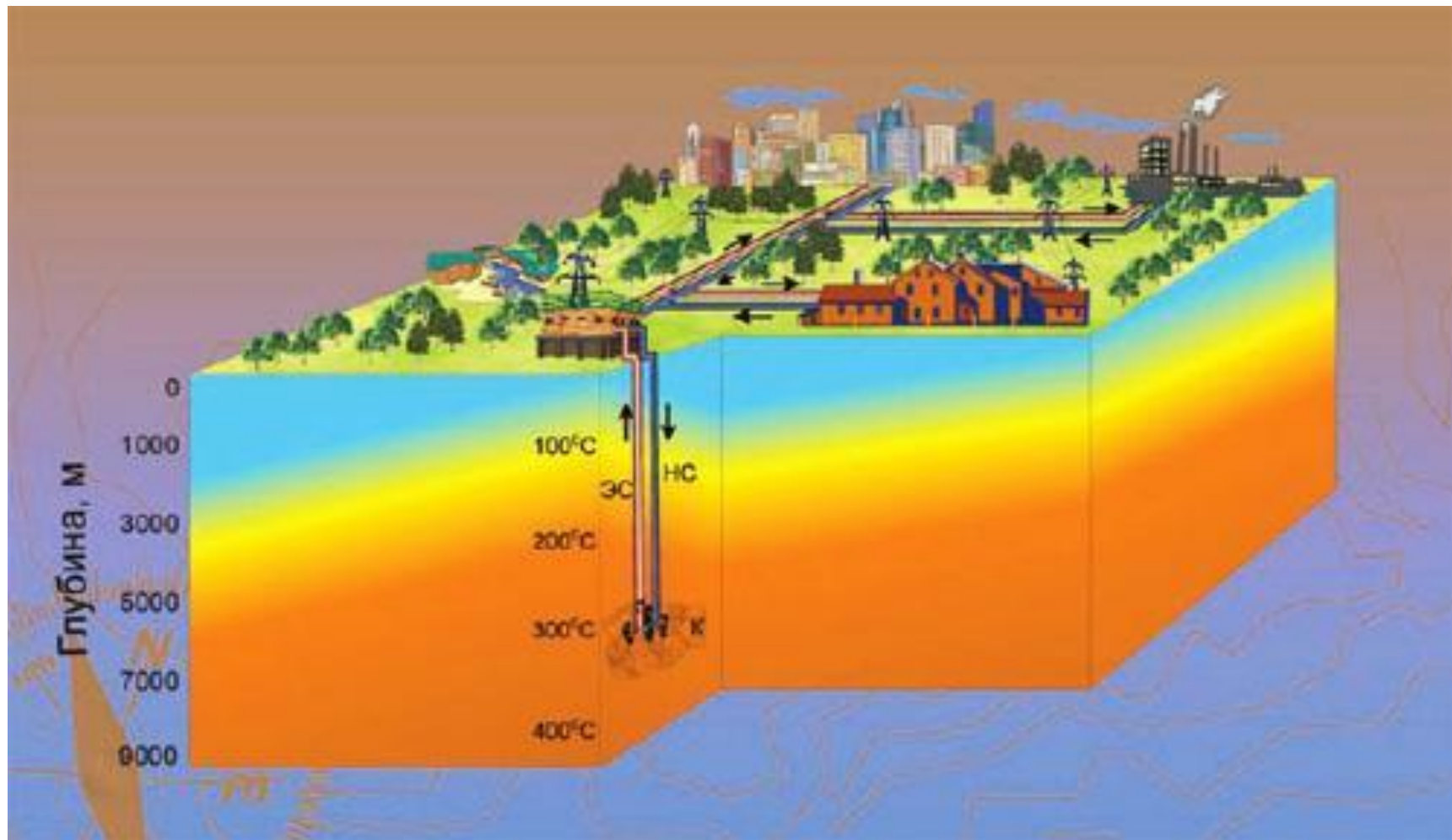


Рис. Схема работы петротермальной системы. Система основана на использовании температурного градиента между поверхностью земли и её недрами

Р



Рис. Паужетская ГеоЭС на Камчатке.



Рис. Мутновская ГеоЭС на Камчатке.