

Министерство образования и науки Российской Федерации ФГАОУ
ВО "Уральский Федеральный университет имени первого

Президента России Б.Н.Ельцина

Геотермальная

Кафедра: "Архитектура"

энергетика



Преподаватель:

Студент:

Группа:

Велькин В.И.

Карелина Д.М.

СТМ-190303

Содержание:

- ❖ Общие понятия о геотермальной энергии
- ❖ Классификация геотермальных электростанций
- ❖ Развитие геотермальной отрасли в мире
- ❖ Геотермальная энергетика в ЕС
- ❖ Геотермальные электроста



Сравнение геотермальной энергии с другими

источниками



Остывание ядра на
 1°C

$2 \cdot 10^{20}$ кВт·ч энергии (в
10000 раз больше, чем во
всем ископаемом топливе)

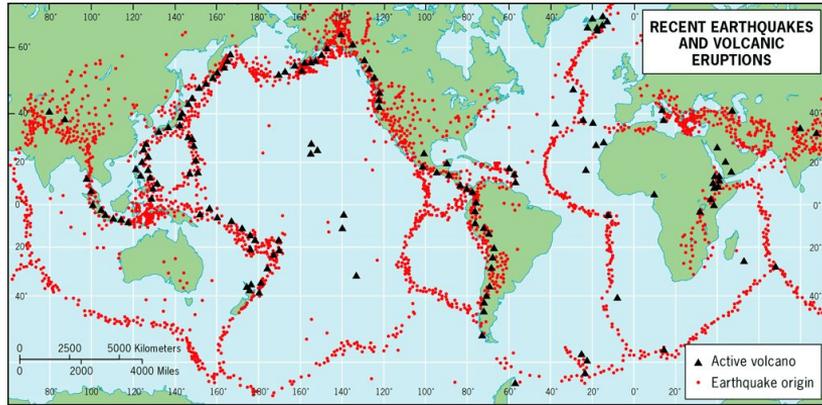
При этом температура ядра превышает 6000°C , а скорость остывания оценивается в $300\text{-}500^{\circ}\text{C}$ за миллиард лет.

Тепловой поток из недр
Земли составляет 47 ± 2 ТВт
тепла (400 тыс. ТВт·ч в
год)

в 17 раз больше всей
мировой выработки и
эквивалентно сжиганию 46
млрд тонн угля

Однако плотность теплового потока при этом составляет менее $0,1 \text{ Вт/м}^2$ (в тысячи и десятки тысяч раз меньше плотности солнечного излучения).

Способы извлечения теплоносителя



Фонтанное - самоизлив геотермального теплоносителя за счёт давления в недрах земли (гейзеры).

Карта действующих вулканов

скважина

Геотермический градиент повышается на 1°C каждые 36 метров

Насосное - когда давление недостаточно для фонтанирования. Доступ к подземным тёплым водам возможен при помощи глубинного бурения скважин.

Достоинства геотермальной энергии

Практическая неиссякаемость

Независимость от окружающей среды

Коэффициент использования установленной мощности
ГеоТЭС может достигать 80%, что недостижимо для любой
другой альтернативной энергетики

Недостатки геотермальной энергии

Экономическая необоснованность глубоких скважин и перекачки теплоносителя

Необходимость закачки отработанной воды в подземный водоносный горизонт для сохранения давления

Места с большим геотермическим градиентом обычно находятся в сейсмически активных зонах

Классификация геотермальных источников

Низко-
температурные

до 125 °С

используются для теплоснабжения горячей водой — ее подводят по трубам к жилым и производственным зданиям, плавательным бассейнам, теплицам и т.д.

Средне-
температурные

от 125 до 225 °С

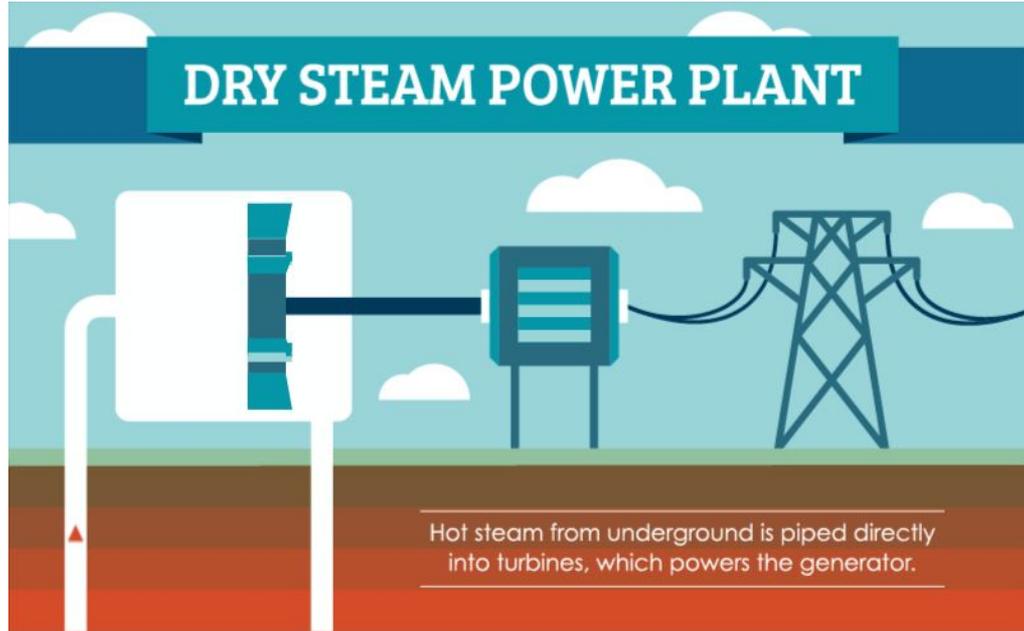
пригодны для применения в виде насыщенного пара и для производства электроэнергии с использованием отработанного пара с предельной $T < 180^{\circ}\text{C}$

Высоко-
температурные

от 225 °С

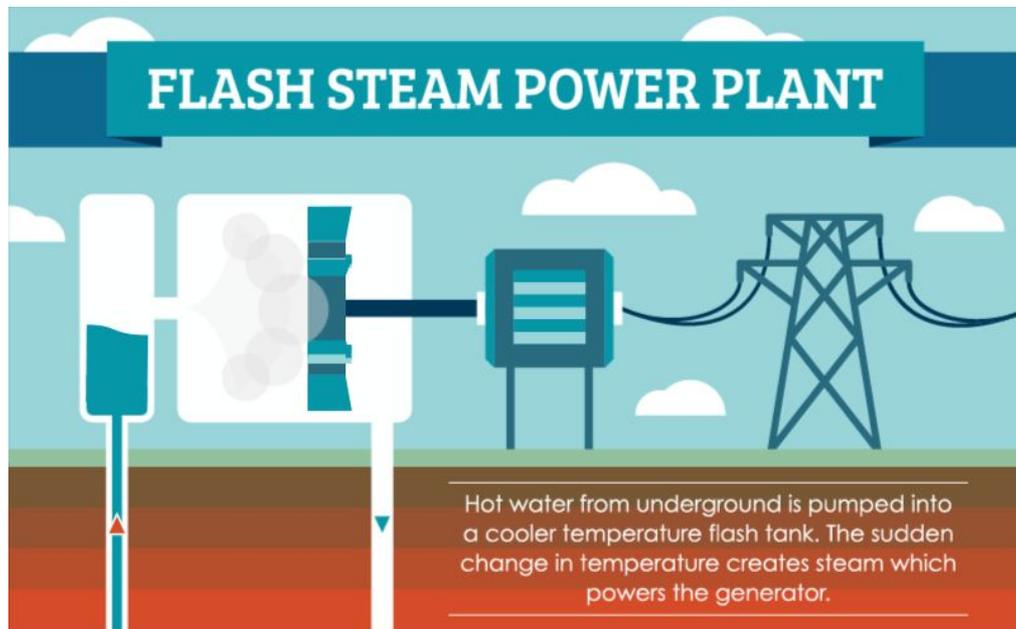
пригодны для всех видов геотермальных схем, включая производство электроэнергии

Геотермальная электростанция (ГеоТЭС) прямого типа



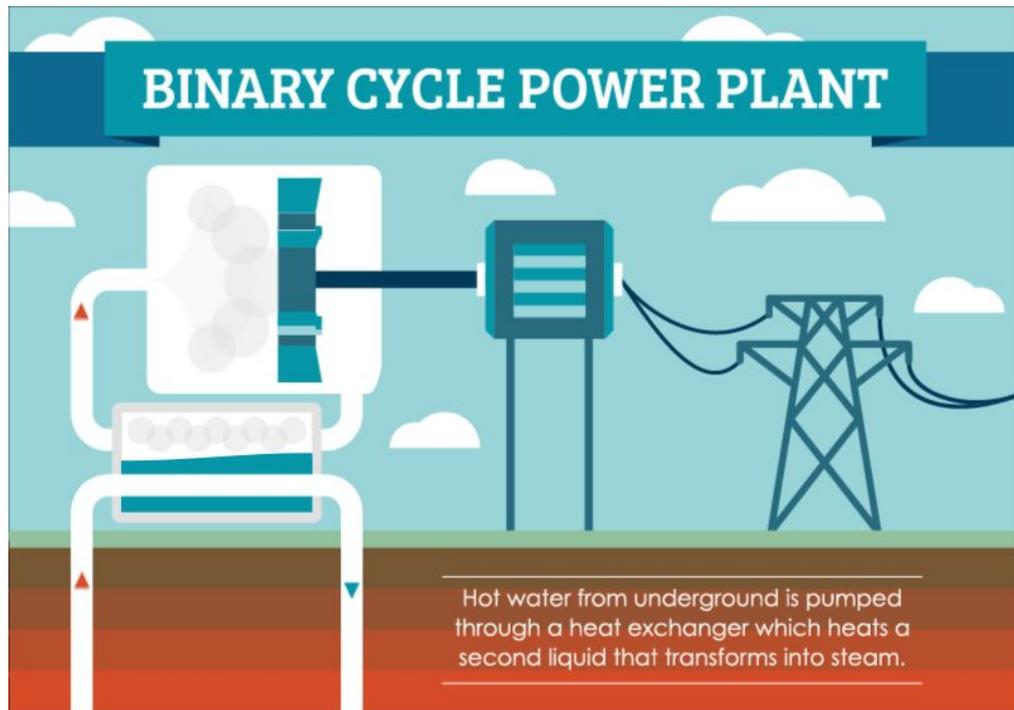
- ❖ используют пар, который поступает из скважины непосредственно в турбину генератора
- ❖ самая первая ГеоТЭС в г. Лардерелло в 1911 году функционирует по сей день
- ❖ одна из самых крупных действующих ГеоТЭС в мире мощностью 1400 МВт в Северной Калифорнии (США)

Геотермальная электростанция (ГеоЭС) непрямого типа



- ❖ наиболее распространены
- ❖ используются горячие подземные воды, которые закачиваются при высоком давлении в генераторные установки на поверхности

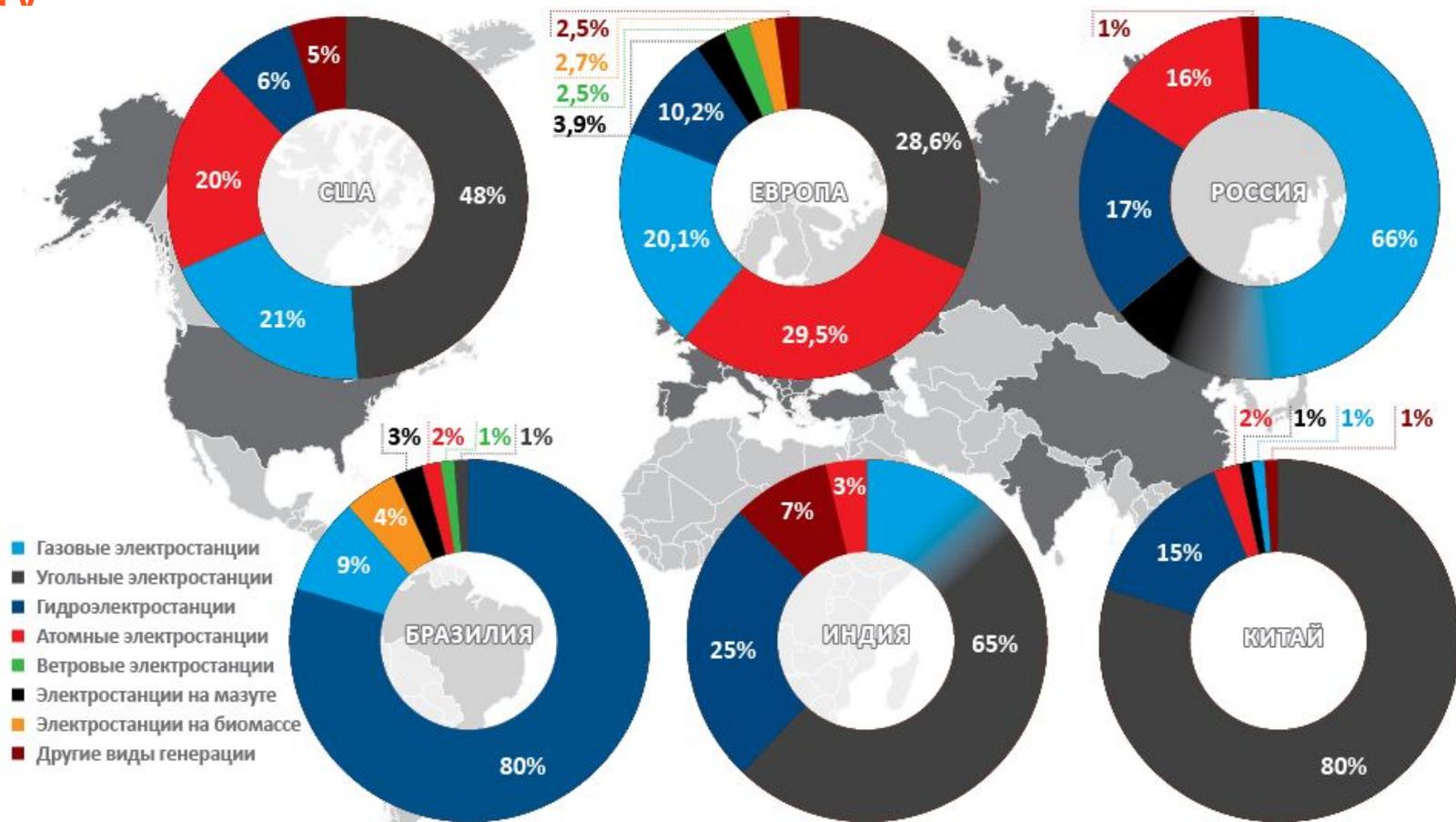
Геотермальная электростанция (ГеоЭС) смешанного типа



- ❖ доп. жидкость/газ с точкой кипения ниже, чем у воды, пропускается через теплообменник, где геотермальная вода выпаривает вторую жидкость, а получаемые пары приводят в действие турбины
- ❖ вредные выбросы в атмосферу практически отсутствуют
- ❖ температура источников 100-190°C

Электрогенерация в крупнейших странах мира в 2017 году

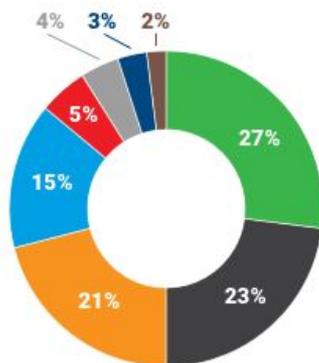
ГОЛУ



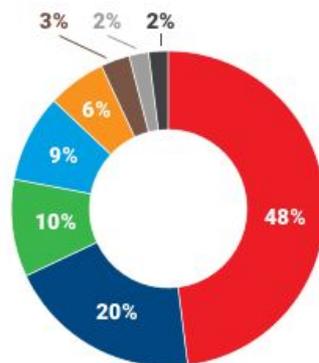
Электрогенерация в странах ЕС и других рынках



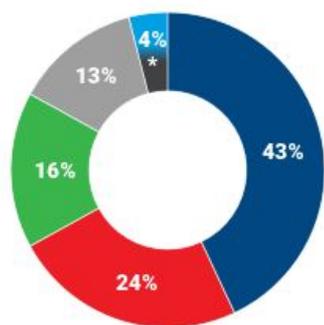
ВЕЛИКОБРИТАНИЯ



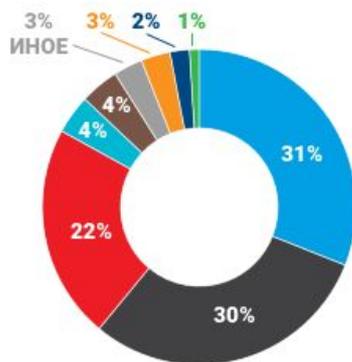
ГЕРМАНИЯ



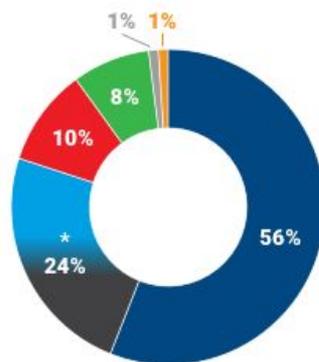
ФРАНЦИЯ



ШВЕЦИЯ



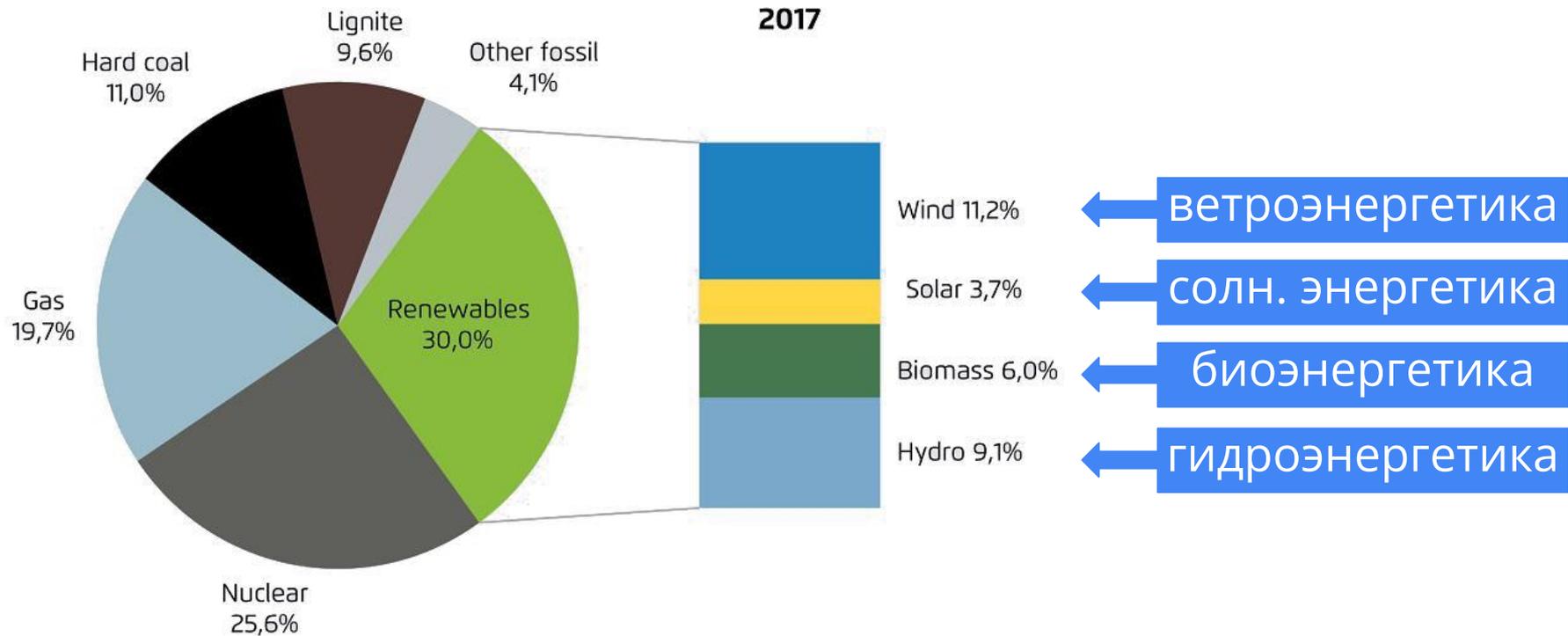
ЮЖНАЯ КОРЕЯ



КАНАДА***

- Газовые электростанции
- Атомные электростанции
- Электростанции на нефтетопливе
- Угольные электростанции
- Ветровые электростанции
- Электростанции на биомассе
- Гидроэлектростанции
- Солнечные электростанции
- Гидроаккумулирующие электростанции

Доля ВИЭ в электрогенерации ЕС



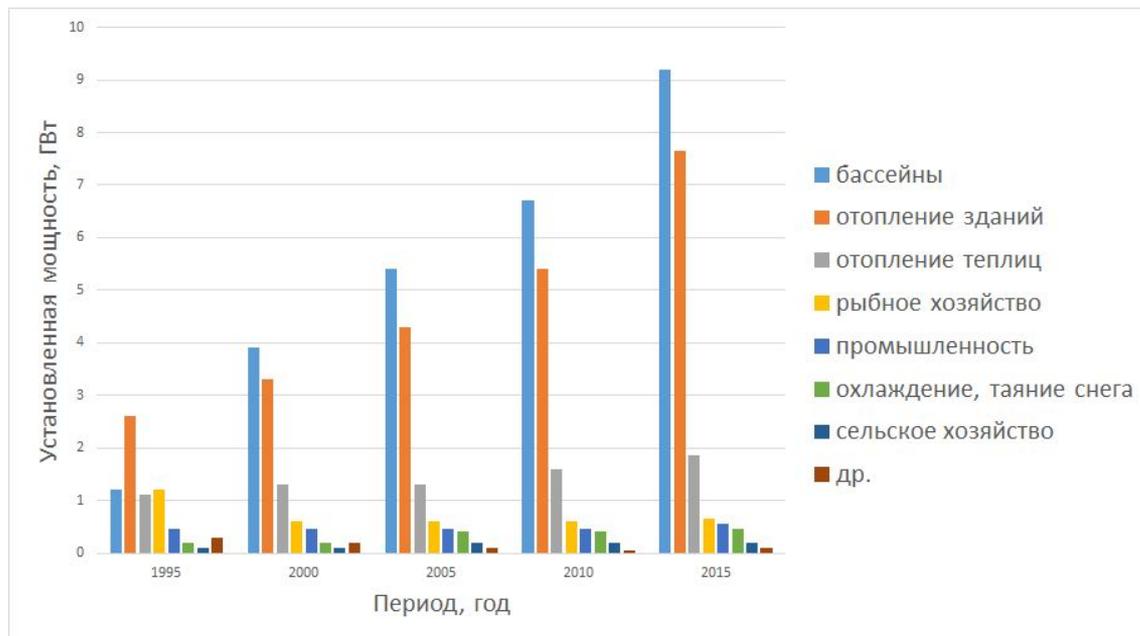
Данные Евростата по 2015, 2016 и 2017 годам

Динамика роста мощности геотермальных станции в мире



По сравнению с 2010 годом мощности тепловых станций увеличились почти на 45 %, производство теплоты увеличивалось на 6,8 % в год

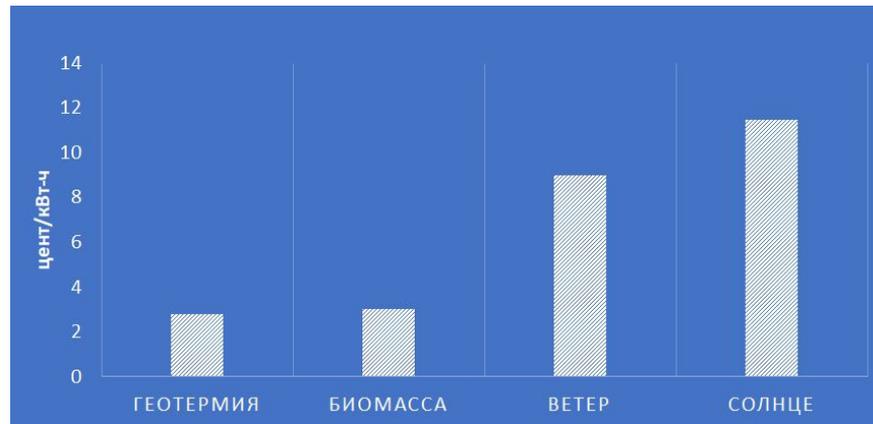
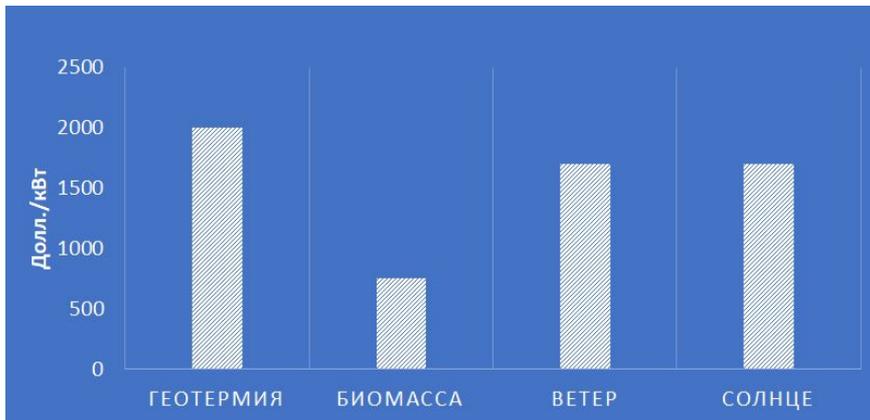
Потребление геотермальной энергии в различных сферах



Наибольшее развитие получило геотермальное теплоснабжение и отопление (11,5 % вырабатываемой теплоты)

Наибольшее развитие эти технологии получили в США, Германии, Канаде.

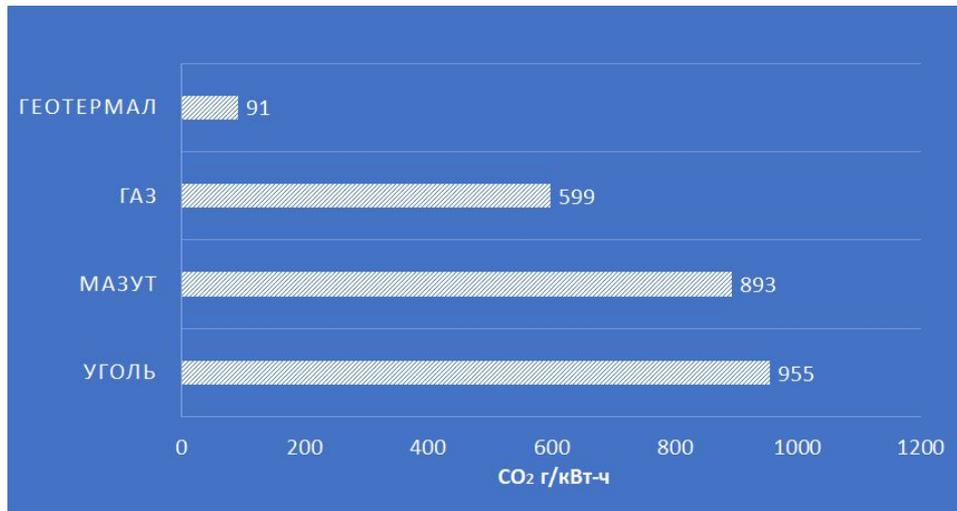
Ценовые параметры ВИЭ



Сравнение капитальных затрат (а) и себестоимости произведенной теплоты (б) станциями от различных ВИЭ.

Несмотря на самые высокие капвложения в использование геотермальных энергоносителей, себестоимость произведенной теплоты является самой низкой по сравнению с другими возобновляемыми источниками энергии

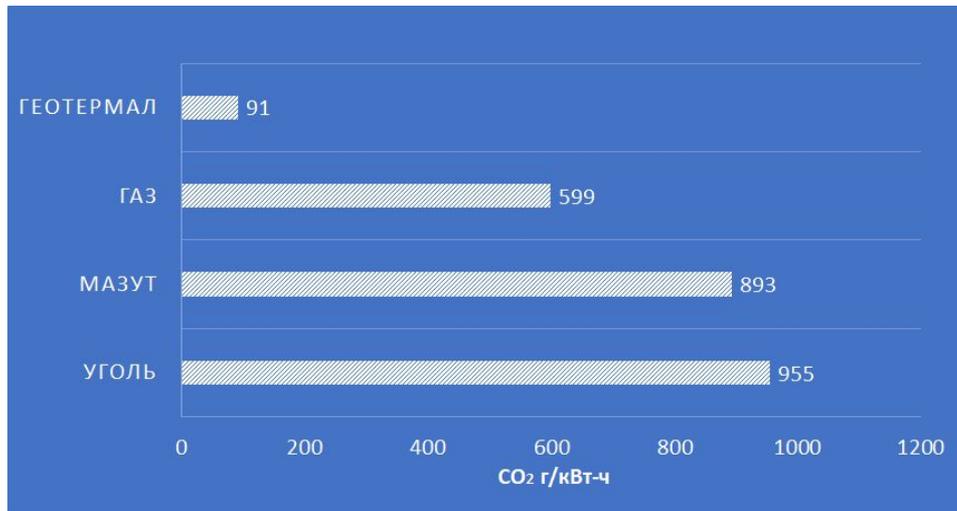
Экологические параметры ВИЭ



Сравнительные показатели эмиссии CO₂ при сжигании различных видов топлива

В настоящее время чрезвычайно актуальной является проблема замены углеводородных топлив возобновляемыми источниками энергии, в т.ч. геотермальными

Геотермальная электростанция Neurath Power Station



Сравнительные показатели эмиссии CO₂ при сжигании различных видов топлива

В настоящее время чрезвычайно актуальной является проблема замены углеводородных топлив возобновляемыми источниками энергии, в т.ч. геотермальными

Список литературы:

- ❖ Белоусов В.И. Геотермальные ресурсы/Петропавловск-Камчатский, 2005 - 107 с.
- ❖ Белоусов В.И. Природные катастрофы и экологические риски/Петропавловск-Камчатский, 2002 - 132 с.
- ❖ Барбье И. Геотермальная энергия
- ❖ <https://www.saveonenergy.com/how-geothermal-energy-works/>
- ❖ <https://ru.wikipedia.org>

