



# МИКРО И МАЛЫЕ ГЭС

Подготовлено Тороповым Михаилом Константиновичем

Гидроэлектростанция – это комплекс сооружений и оборудования, при помощи которых осуществляется концентрация водной энергии и ее преобразование в механическую, а затем в электрическую

Микрогидроэлектростанция (микроГЭС или мкГЭС) – это гидроэлектростанция мощность которой не превышает 100 кВт

Малая ГЭС имеет мощность более 100 кВт, но менее 30 МВт

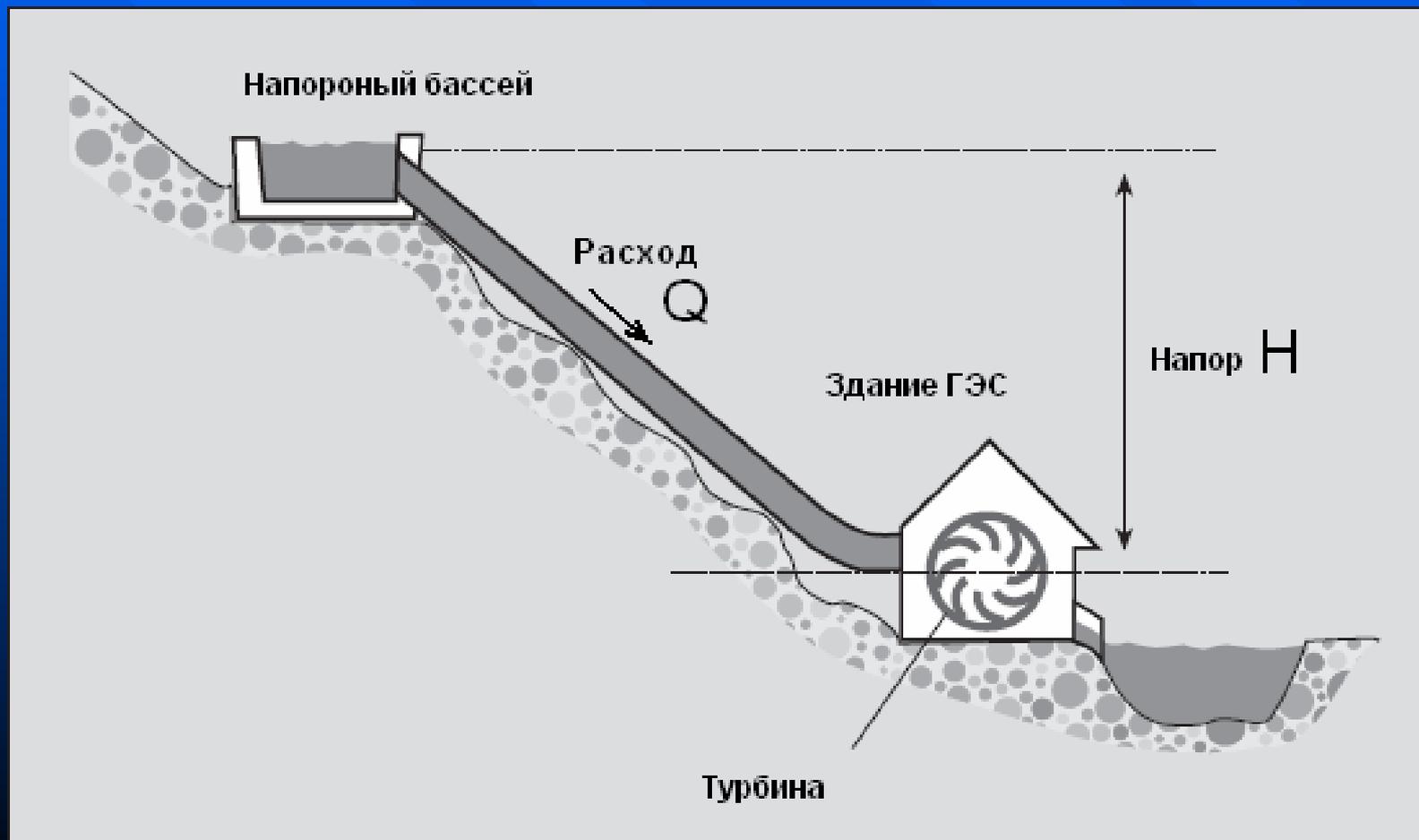
# Возобновляемая энергия воды

## Круговорот воды в природе



Мощность потока воды определяется выражением  
Мощность(кВт) = ускорение свободного  
падения( $\text{м/с}^2$ )\*расход( $\text{м}^3/\text{с}$ )\*напор( $\text{м}$ )

$$N = g \cdot Q \cdot H \approx 10 \cdot Q \cdot H$$



Расход  $Q$  реки – это данность  
которую, мы изменить не можем.  
Расход можно оценить или измерить.

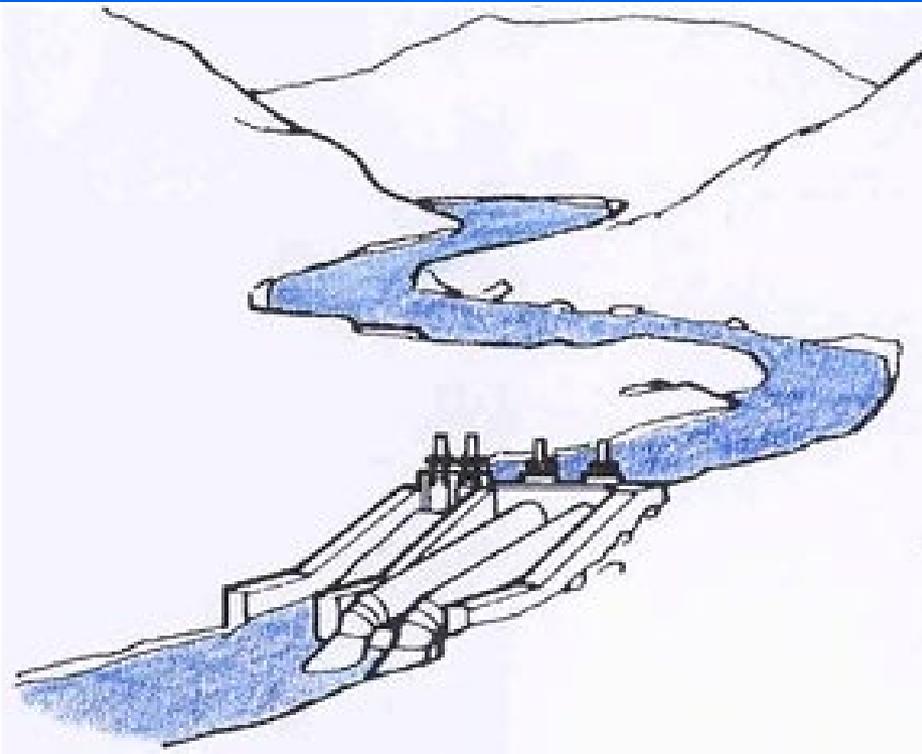
Напор  $H$  можно создать несколькими  
способами в пределах характеристик  
рассматриваемого участка реки.

Для того, чтобы создать напор  $H$  используются различные

## Схемы создания напора



деривационная



плотинная

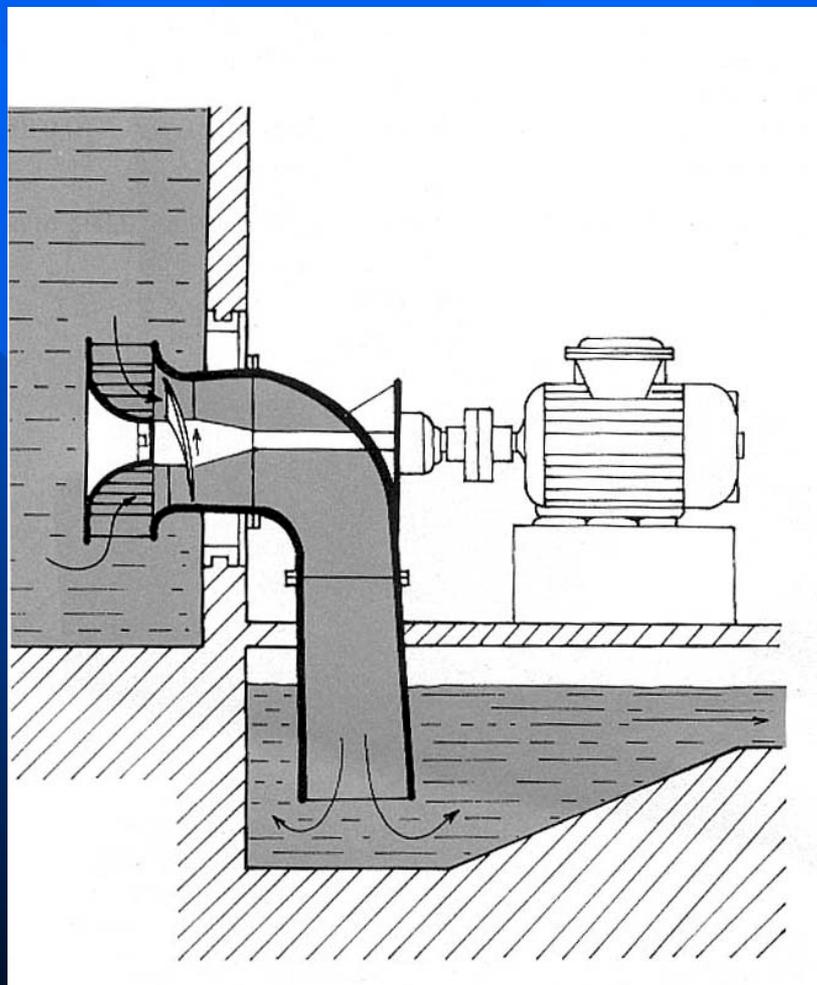
# Плотинная схема создания напора (за счет строительства большой плотины)

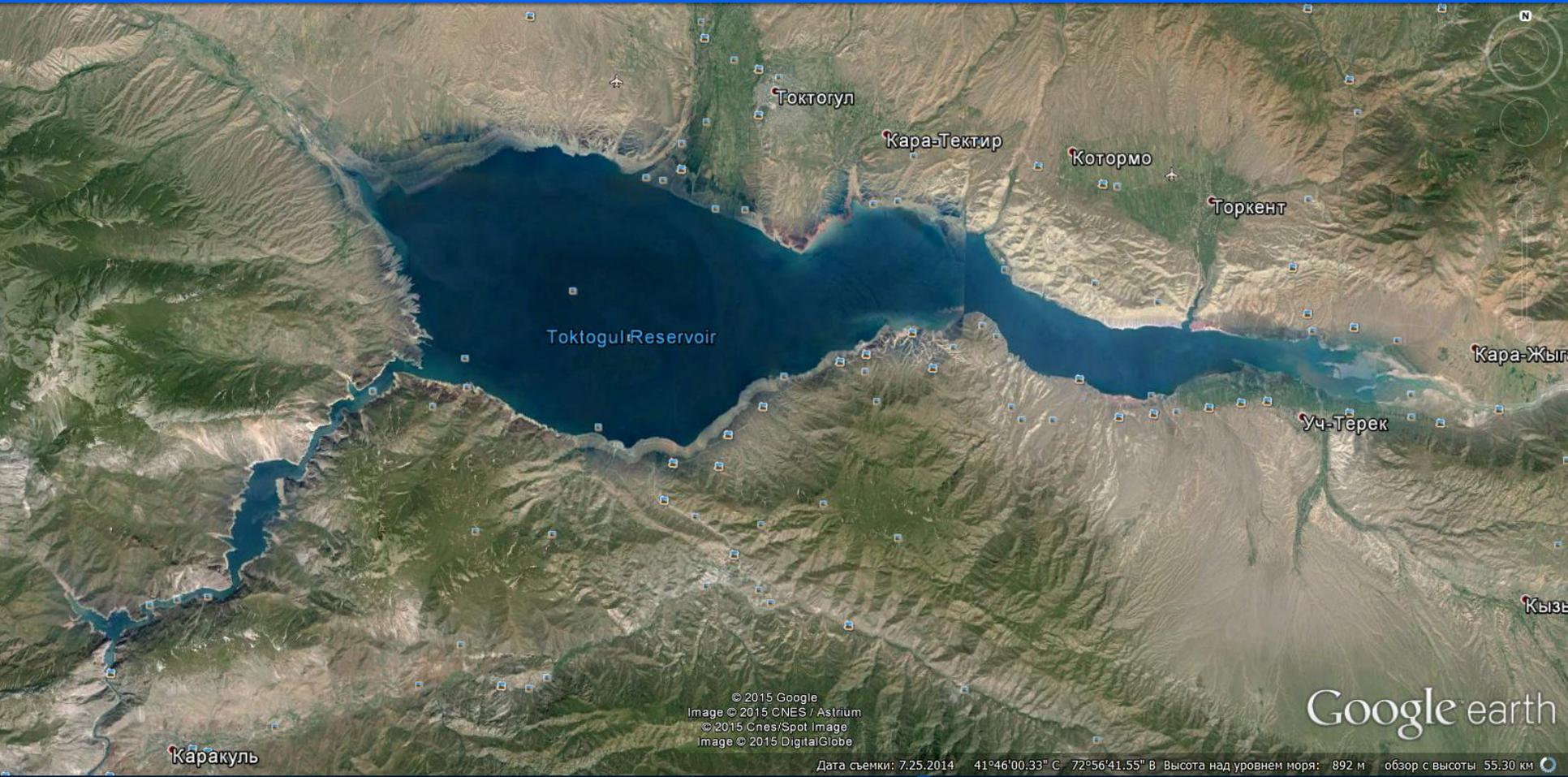
Схема плотины гидроэлектростанции



# Плотинная схема создания напора

(можно использовать существующие сооружения при строительстве мкГЭС)





Toktogul Reservoir

Токтогул

Кара-Тектир

Котормо

Торкент

Кара-Жыг

Уч-Терек

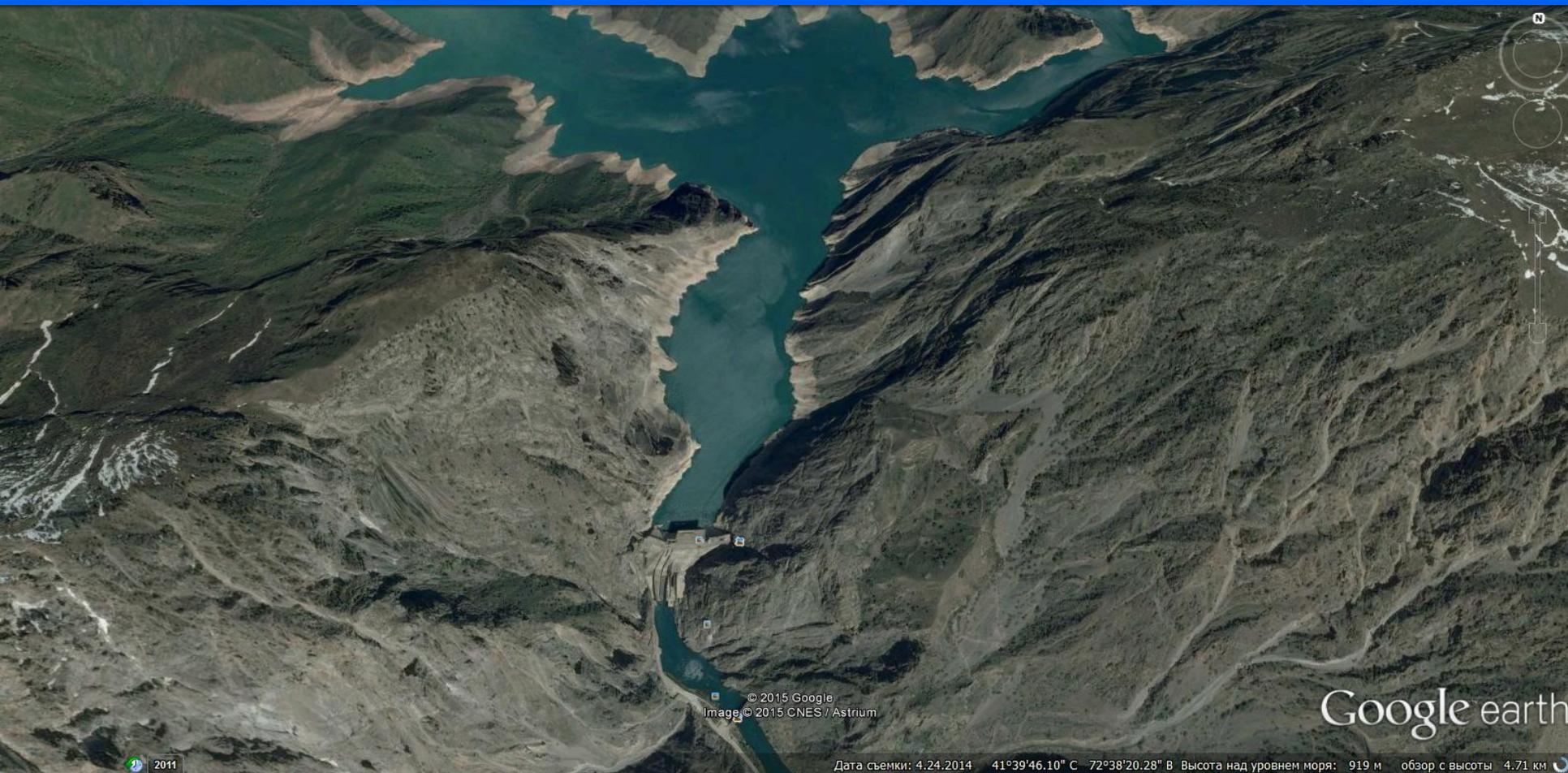
Каракуль

© 2015 Google  
Image © 2015 CNES / Astrium  
© 2015 Cnes/Spot Image  
Image © 2015 DigitalGlobe

Google earth

Дата съемки: 7.25.2014 41°46'00.33" С 72°56'41.55" В Высота над уровнем моря: 892 м обзор с высоты 55.30 км

# Плотина Токтогульской ГЭС



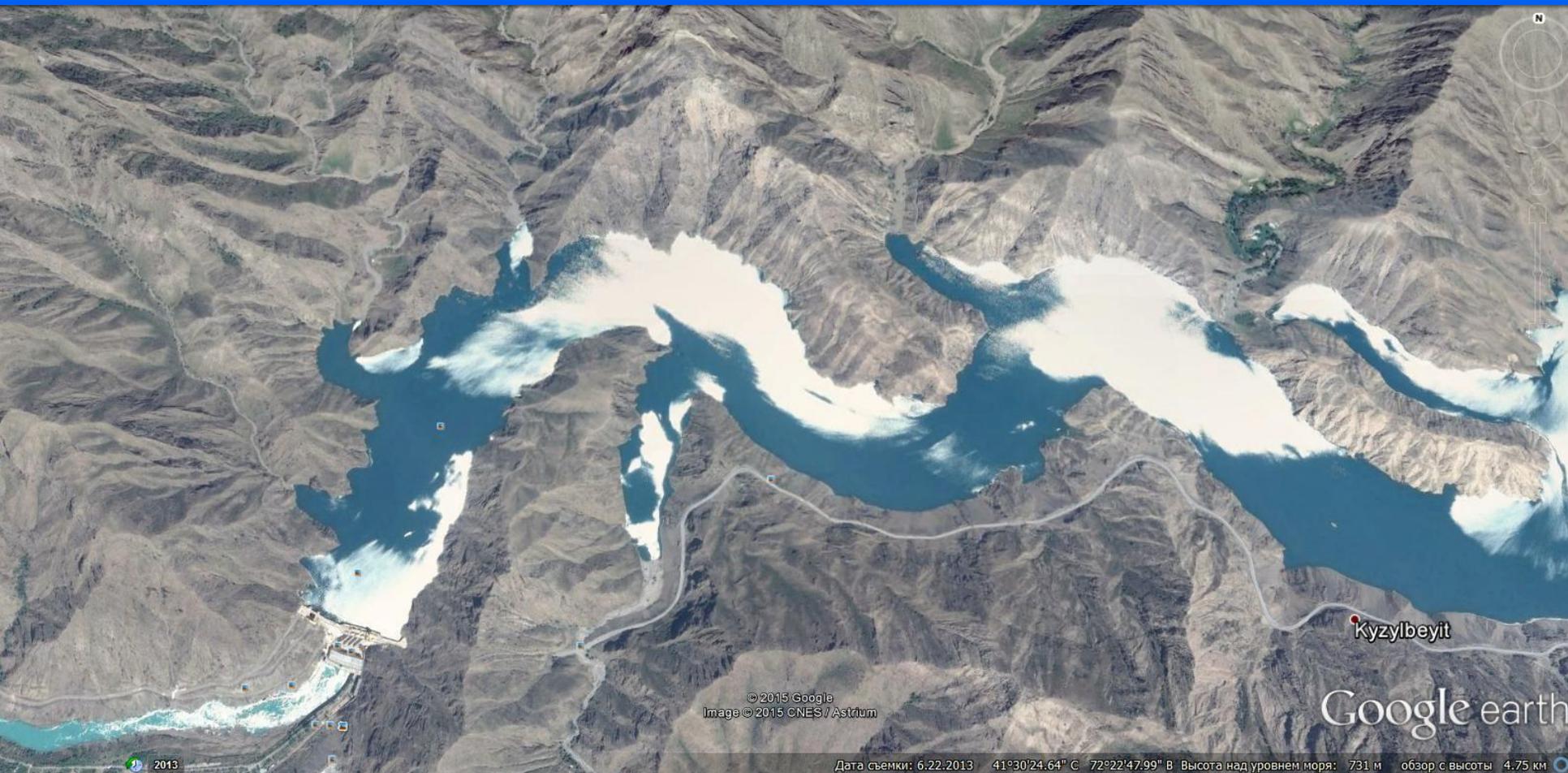
© 2015 Google  
Image © 2015 CNES / Astrium

Google earth

2011

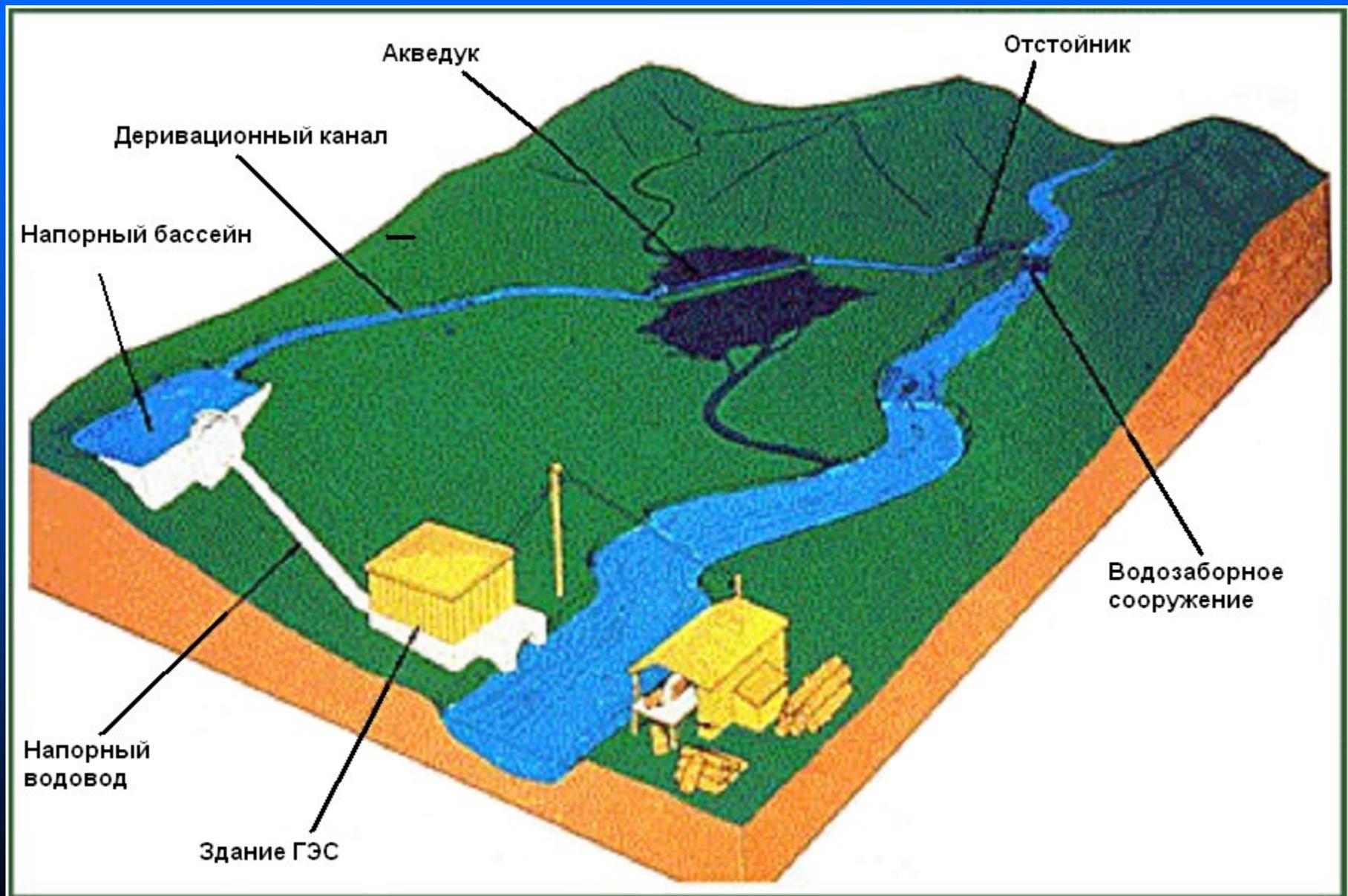
Дата съемки: 4.24.2014 41°39'46.10" С 72°38'20.28" В Высота над уровнем моря: 919 м обзор с высоты 4.71 км

# Плотина Курпсайской ГЭС



Дата съемки: 6.22.2013 41°30'24.64" С 72°22'47.99" В Высота над уровнем моря: 731 м обзор с высоты 4.75 км

# Деривационная схема создания напора



# Быстровская ГЭС 9 МВт



2005

© 2015 Google

Image © 2015 CNES / Astrium

Дата съемки: 4.21.2014 42°46'38.42" С 75°45'47.82" В Высота над уровнем моря: 1161 м обзор с высоты 3.16 км



2005

© 2015 Google  
Image © 2015 CNES / Astrium

Дата съемки: 4.21.2014 42°46'23.76" С 75°46'23.63" В Высота над уровнем моря: 1168 м обзор с высоты 2.09 км

Google earth

# Водозаборное сооружение

## Быстровская ГЭС 9 МВт



# План водозаборного сооружения и двухкамерного отстойника



2005

© 2015 Google  
Image © 2015 CNES / Astrium

Дата съемки: 4.21.2014 42°46'23.76" С 75°46'23.63" В Высота над уровнем моря: 1168 м обзор с высоты 2.09 км

Google earth

# Двухкамерный отстойник

## Быстровская ГЭС



# Водозаборное сооружение Ыссык-Атинской ГЭС



Калининской ГЭС



# Деривационный канал

Малая ГЭС Сокулук 2



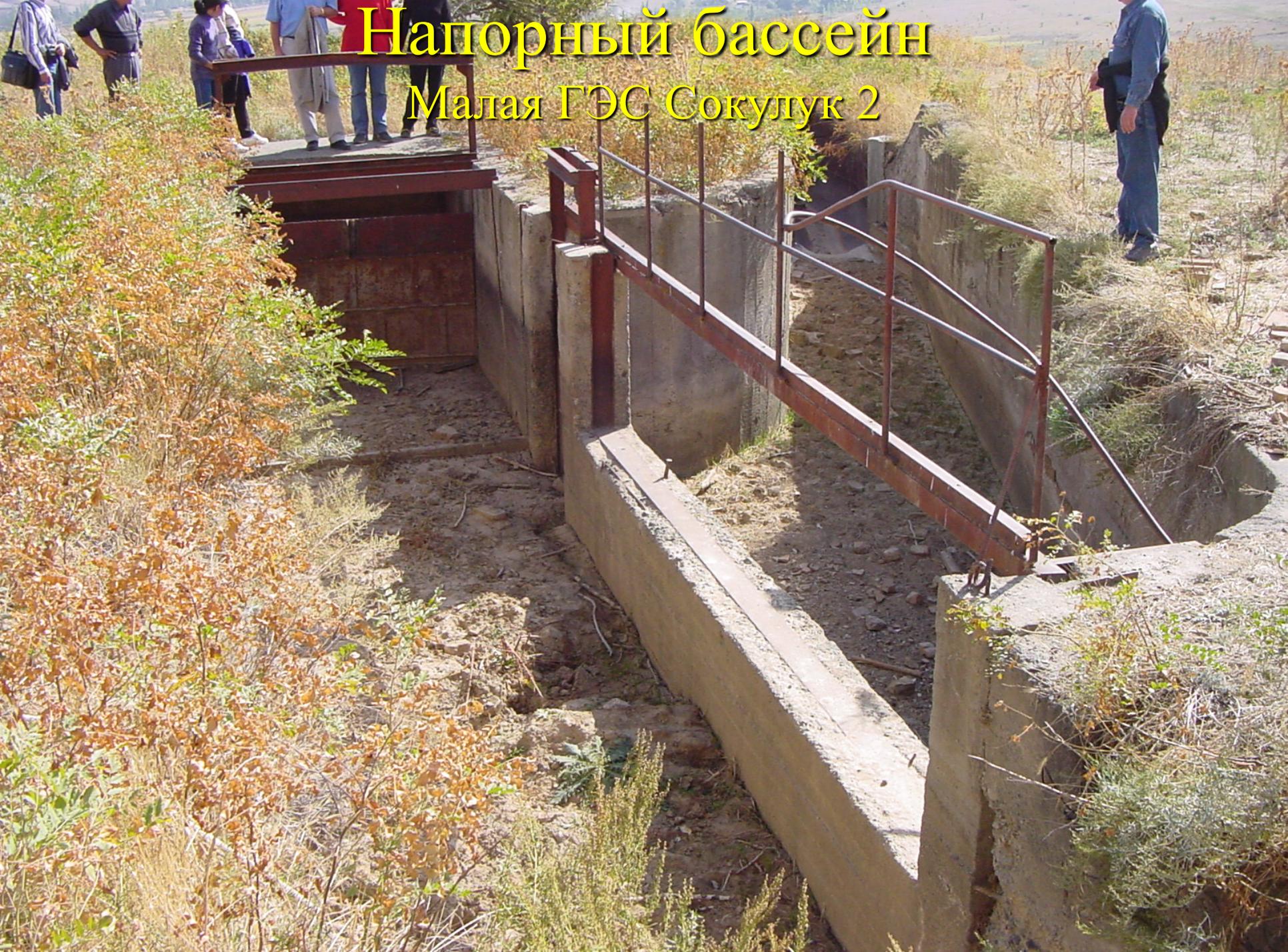
# Деривационный канал

Калининская ГЭС



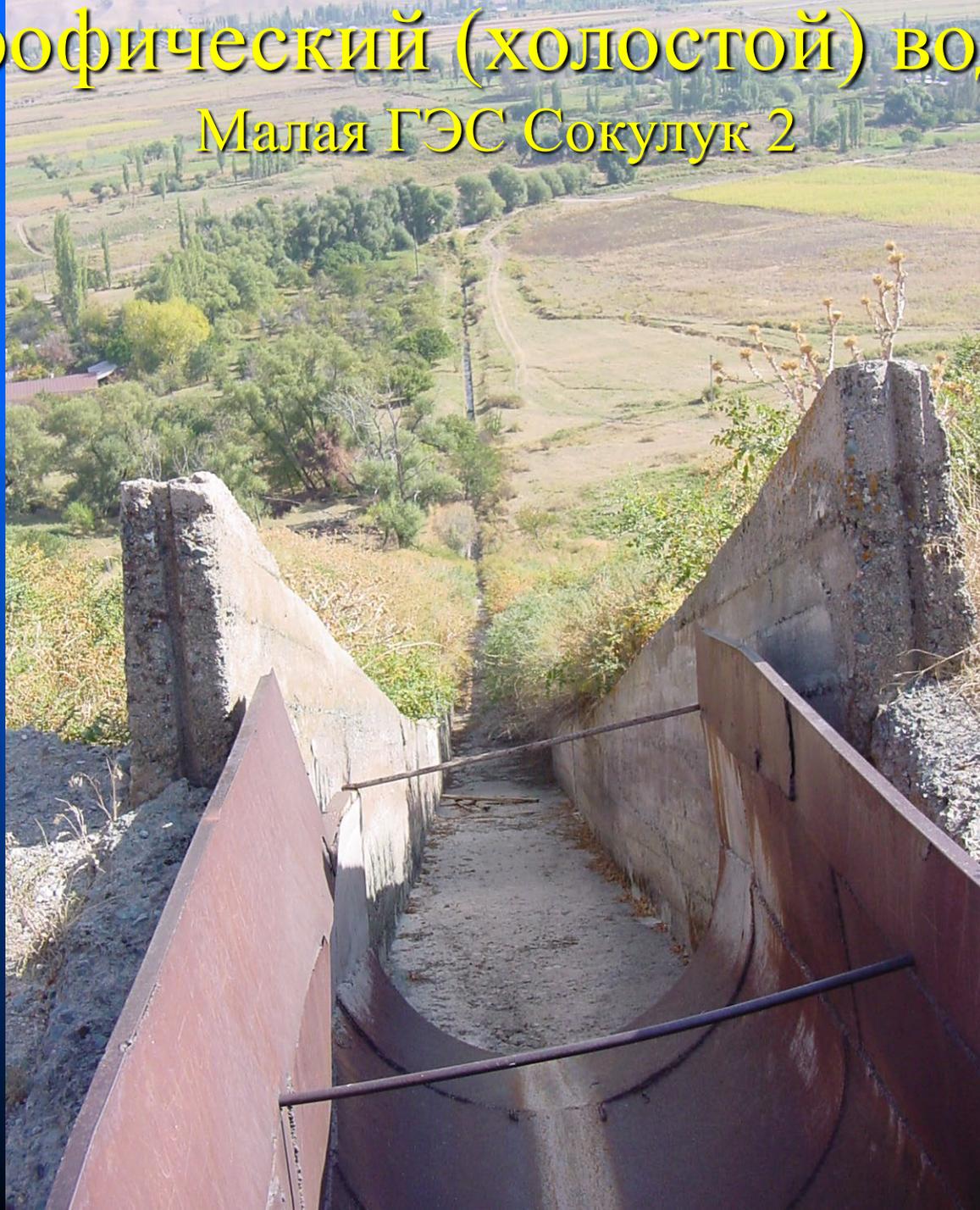
# Напорный бассейн

Малая ГЭС Сокулук 2



# Катастрофический (холостой) водосброс

Малая ГЭС Сокулук 2



# Напорный водовод (справа) и катастрофический водосброс (слева)

Малая ГЭС Ыссык-Ата



# Быстровская ГЭС напорный бассейн



# Быстровская ГЭС





Image © 2015 CNES / Astrium

Google earth

2005

Дата съемки: 4.21.2014 42°46'53.99" С 75°44'58.87" В Высота над уровнем моря: 1157 м обзор с высоты 1.52 км

# Здание ГЭС

## Малая ГЭС Сокулук 2



# Здание ГЭС

Малая ГЭС на Атбашинском канале



# Агрегаты микроГЭС





УМРК



14 4 2001

# УМРК



14 4 2001

# УМРК



14 4 2001

УМРК



14 4 2001

# YMPK

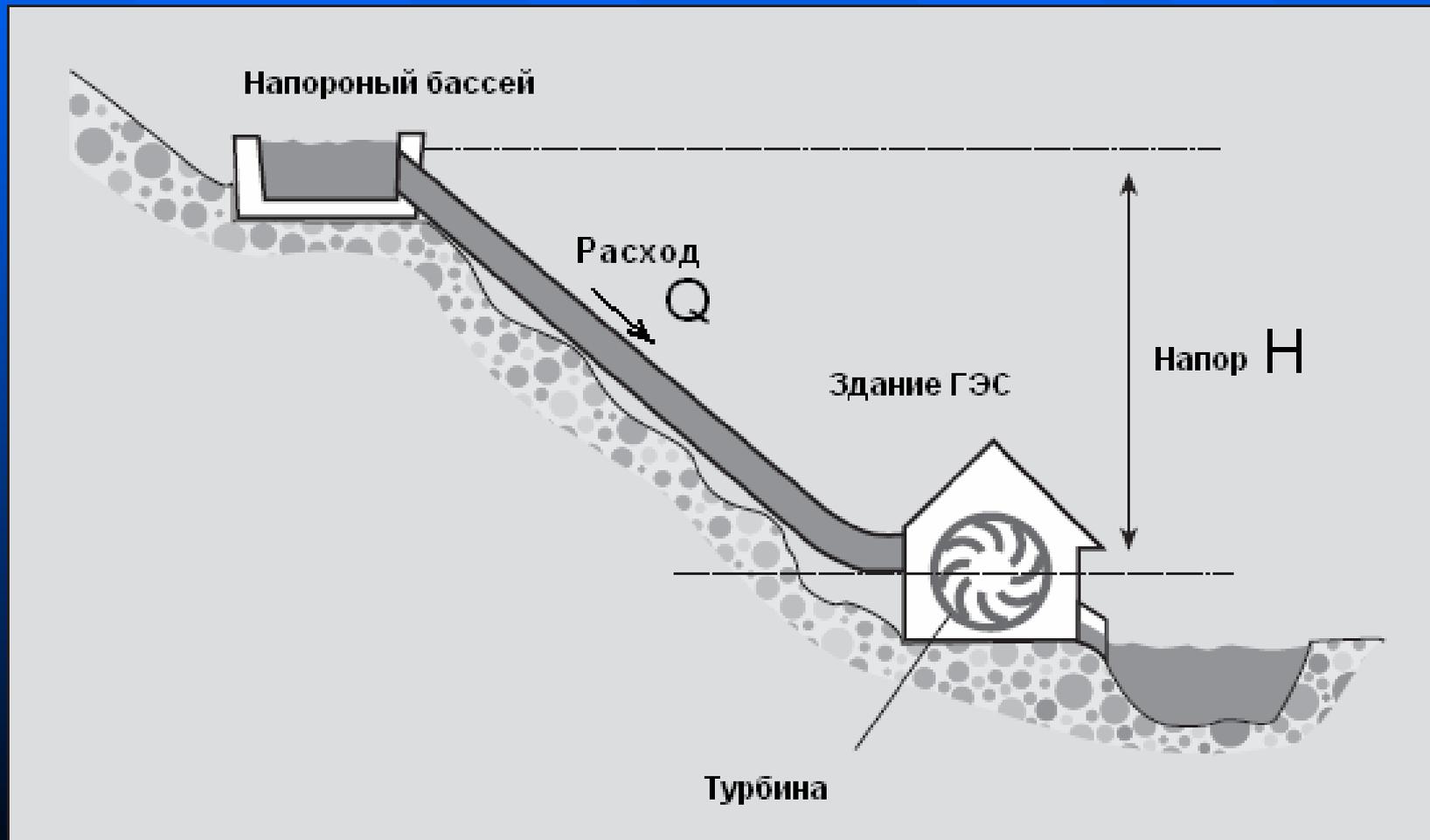


14 4 2001



Мощность потока воды определяется выражением  
Мощность(кВт) = ускорение свободного  
падения( $\text{м/с}^2$ )\*расход( $\text{м}^3/\text{с}$ )\*напор(м)

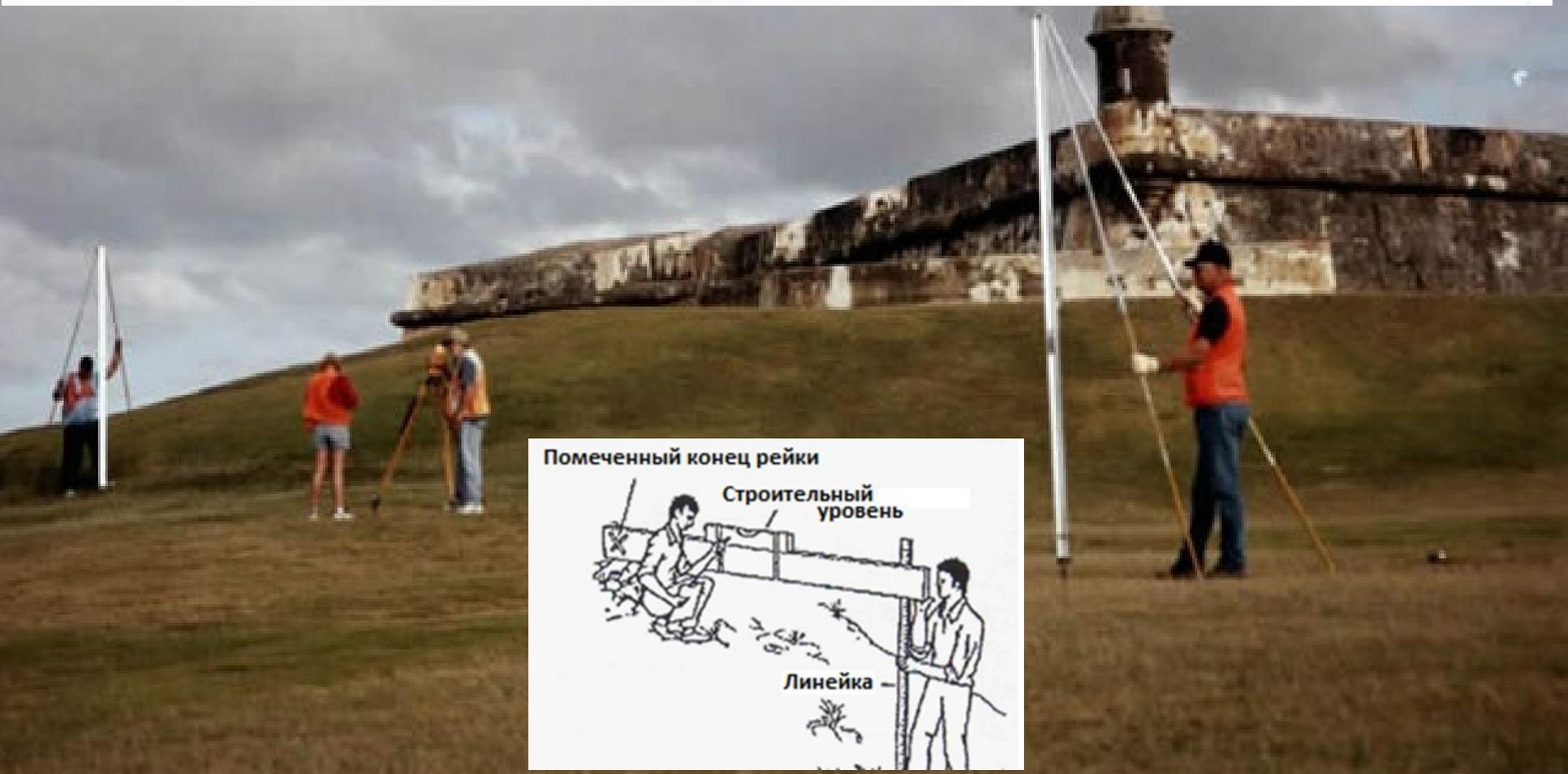
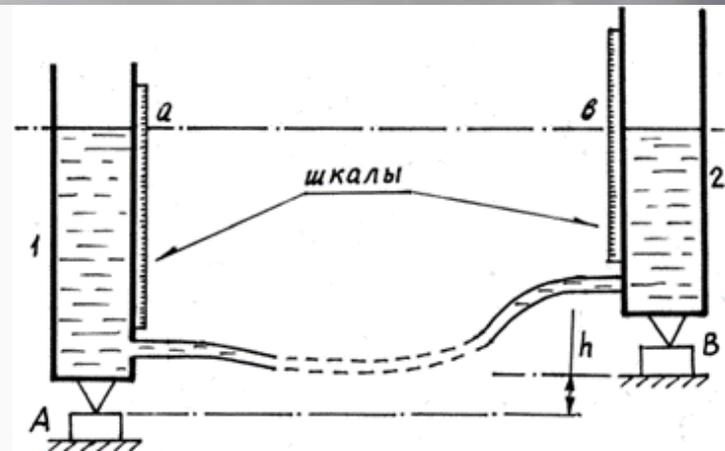
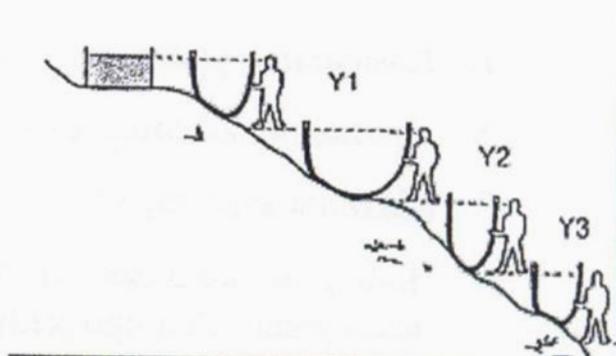
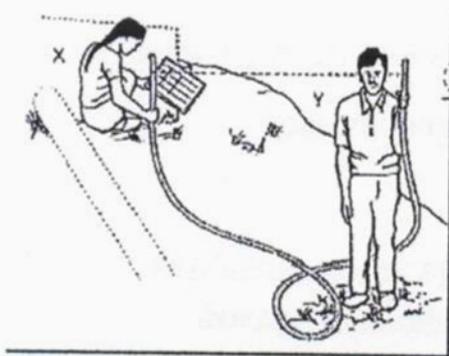
$$N = gQH$$

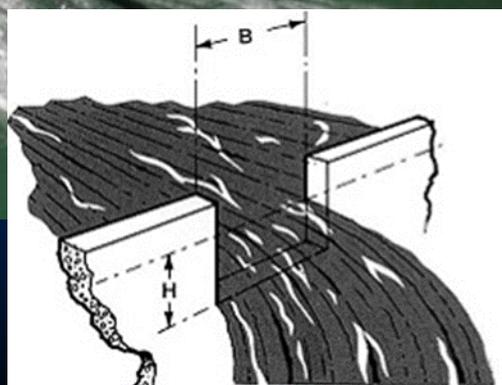
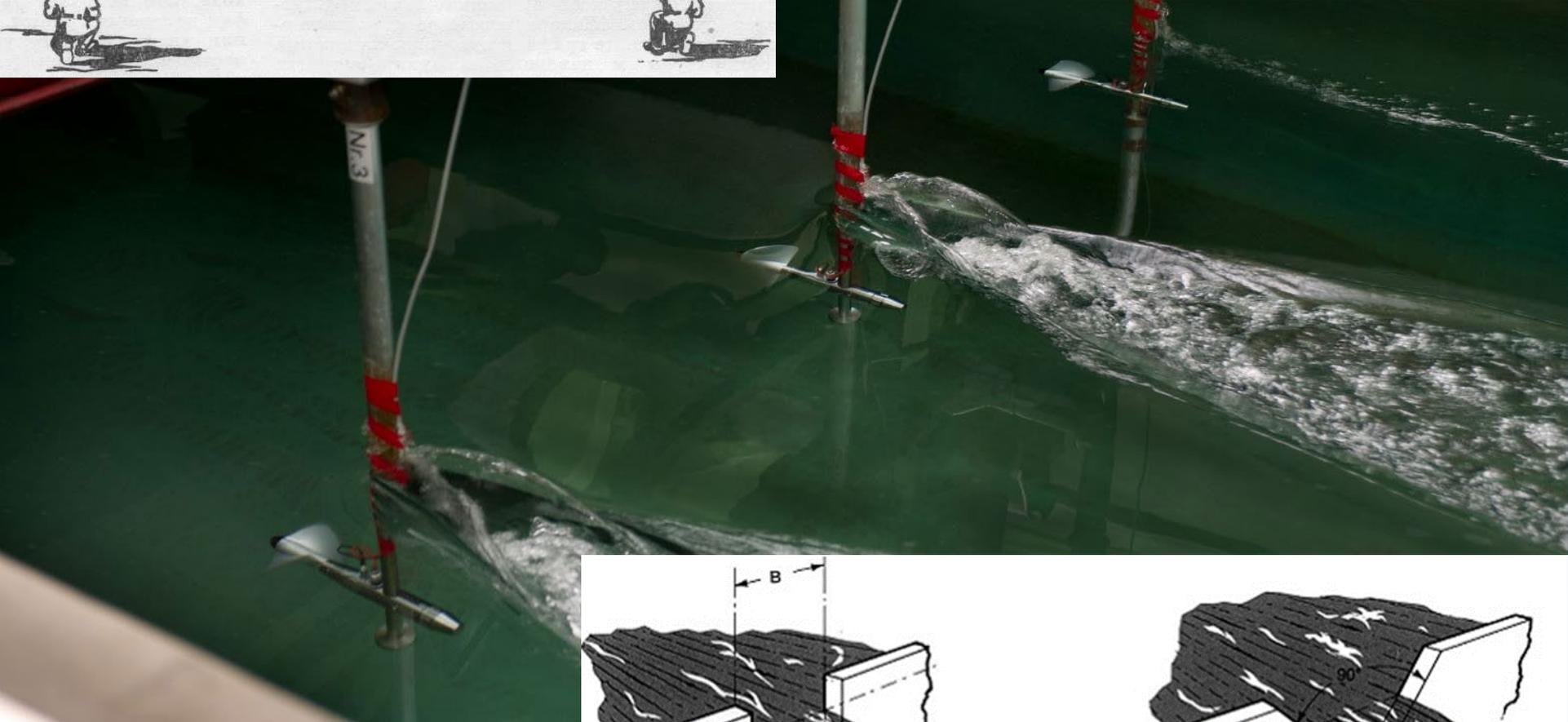
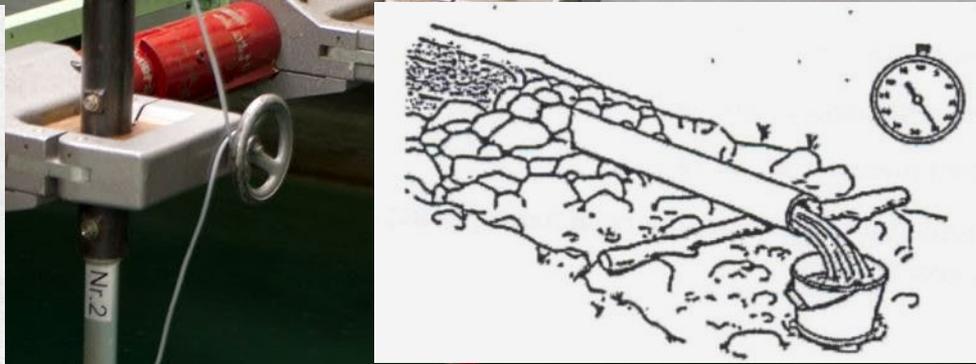
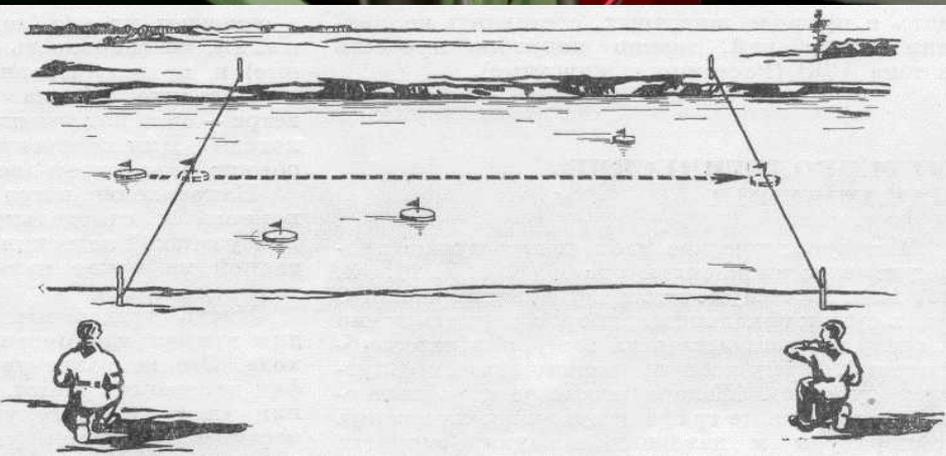


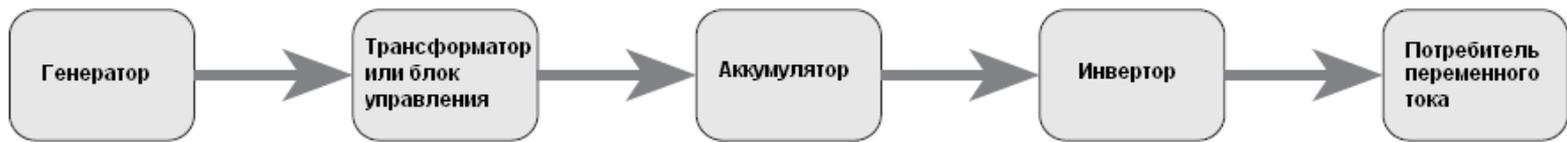


Для того, чтобы оценить мощность водотока необходимо оценить располагаемый расход и доступный напор.









# Основные электрические величины

Напряжение	$U$	вольт	В
Ток	$I$	ампер	А
Частота	$f$	герц	Гц
Коэффициент мощности	$\cos\varphi$	-	-
Мощность активная	$P$	ватт	Вт
реактивная	$Q$	вар	вар
полная	$S$	вольт-тампер	ВА
Энергия	$W$	киловатт-час	кВтч

# Мощность

Постоянного тока:

Мощность (Вт) = Ток (А) \* Напряжение (В)

Ватт=Ампер\*Вольт

$$P = I * U$$

1 кВт = 1000 Вт; 1 МВт = 1000 кВт = 1000000 Вт

# Энергия

Энергия (кВтч) = Мощность (кВт) \* Время (ч)

$$W = P * T$$

# Проверка показателей качества электроэнергии



2006/11/07 12:18

# Для длительной и надежной службы микроГЭС необходимо обеспечить обслуживание и ремонт агрегатов и сооружений

- МикроГЭС работают с постоянной мощностью, поэтому необходимо обеспечить постоянный напор и расход
- Очищать напорный бассейн (сороудерживающие решетки) от мусора, льда, шуги
- Следить за герметичностью соединений трубопроводов
- Следить за состоянием гидротехнических сооружений (протечки, фильтрация)
- Чистить деривационный канал от наносов (и льда)
- Следить за надежностью электрических соединений, целостностью изоляции
- ...

Спасибо за внимание!

К ГИДРОЭНЕРГЕТИКЕ

# Введение в ветроэнергетику

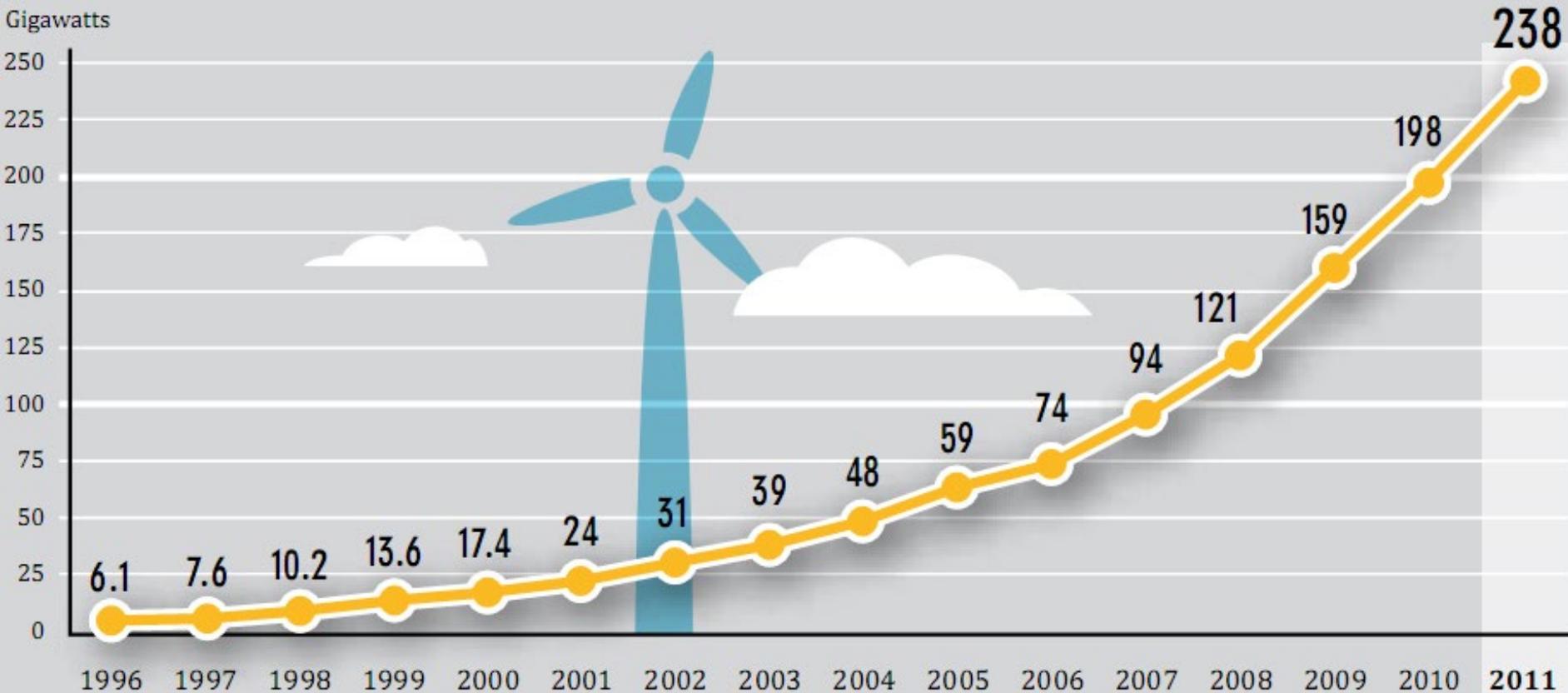
Михаил Торопов  
кандидат технических наук,  
доцент

Бишкек 2012

С начала XX века стали появляться и распространяться ветроэлектрические агрегаты



# На сегодняшний день установленная мощность ВЭУ в Мире составляет 238 ГВт

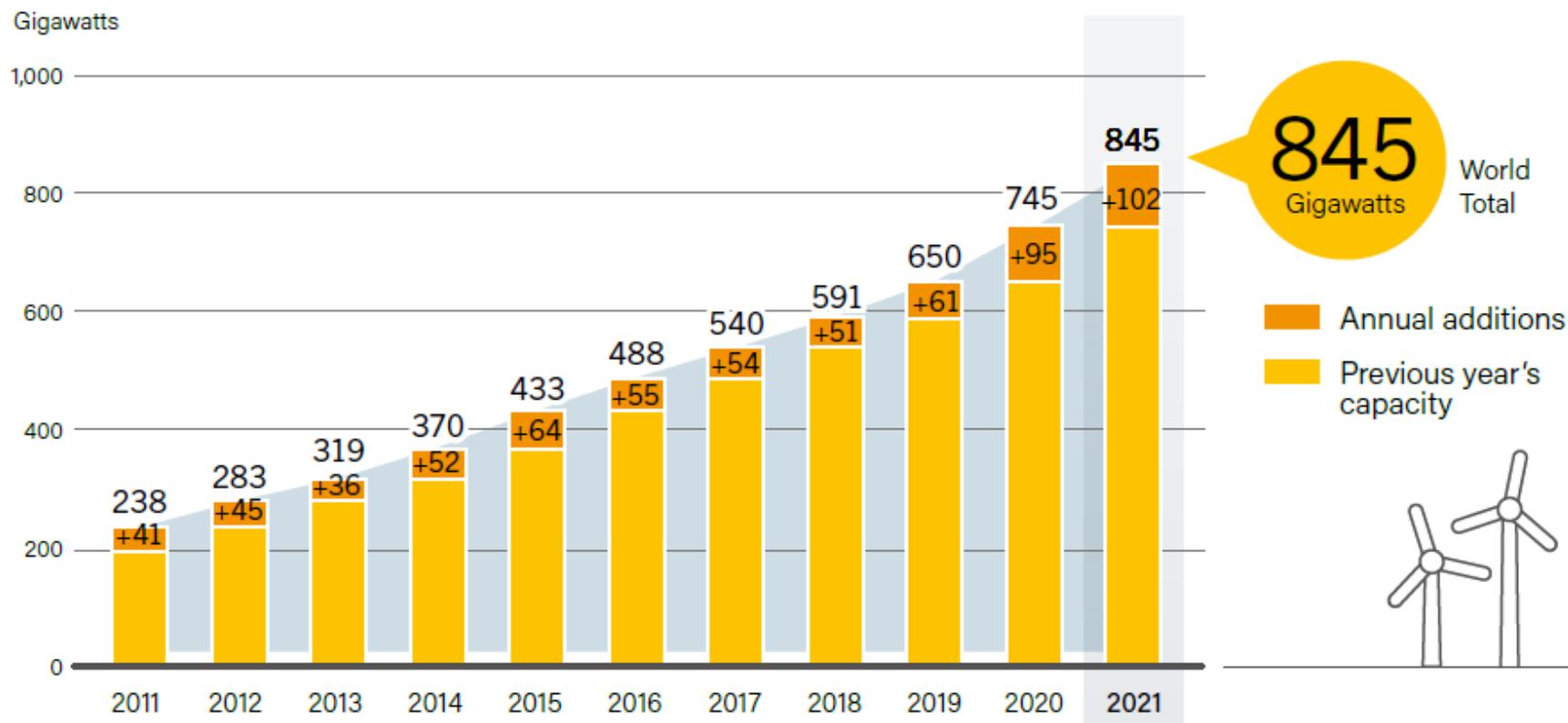


# На сегодняшний день установленная мощность ВЭУ в Мире превышает 845 ГВт



FIGURE 43.

Wind Power Global Capacity and Annual Additions, 2011-2021



Note: Totals may not add up due to rounding. Additions in 2021 are gross, but bar heights and numbers above bars reflect year-end totals.

Source: Based on GWEC. See endnote 3 for this section.

Существует два подхода к использованию энергии ветра

- **большая ветроэнергетика**, использующая большие ветроэнергетические мощности до 1,5-2,0 МВт;
- **малая ветроэнергетика** – до 100 кВт.

Большая ветроэнергетика используется в странах со значительными ветровыми энергоресурсами, таких как Голландия, Дания, Австралия, Южная Америка и в крупных развитых странах Франции, Германии, США и т.д. В этих странах ветроэнергетические агрегаты работают параллельно с энергосистемой.

Малая ветроэнергетика используется автономно для локальных малоэнергоемких потребителей, в большинстве случаев децентрализованных.

Мощность ветроколеса определяется по формуле:

$$P_0 = C_p \left( \frac{\rho \cdot A \cdot V_0^3}{2} \right)$$

$A$  – площадь, ометаемая ветроколесом;

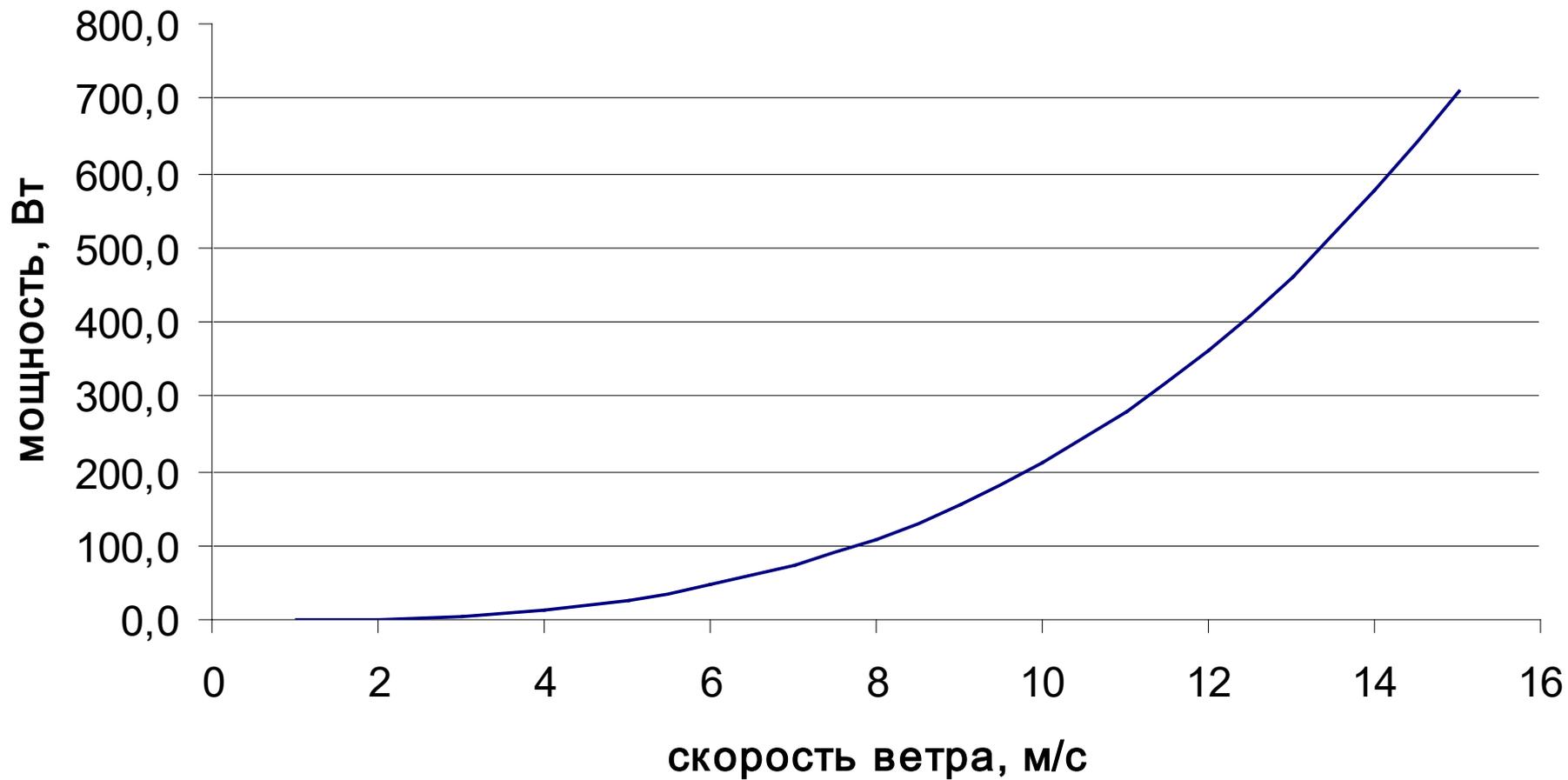
$V_0$  – скорость ветрового потока;

$C_p$  – коэффициент мощности,

зависит от конструкции ветроколеса и скорости ветра (0,35-0,5)

$\rho$  – плотность набегающего потока (воздуха), на уровне моря 1,2 кг/м<sup>3</sup>.

# Зависимость мощности ветроколеса от скорости ветра



**Ветровой потенциал Кыргызской Республики  
оценивается в  $49,2 \cdot 10^5$  тонн условного топлива**

# Зоны среднегодовой скорости ветра

Зона	Тип рельефа и район	Число станций	Высота над уровнем моря, км	Средняя скорость ветра, м/с
1	Равнины и долины:	22	0,5–1,2	2,0–3,2
	1. Приферганье	9	0,6–1,1	2,3–3,1
	2. Чуйская	2	0,8–1,2	2,4–3,2
	3. Таласская	11	0,5–1,2	2,0–2,4
2	Межгорные долины:	14	1,9–3,6	2,3–3,7
	1. Долины широкого простирания	7	2,0–3,5	3,0–3,7
	2. Другие долины	7	1,9–3,6	2,3–3,0
3	Котловины:	20	1,0–3,1	1,8–5,1
	1. Иссык-Кульская	9	1,7–2,0	2,0–5,1
	2. Другие котловины	11	1,0–3,1	1,8–2,4
4	Склоны и долины на склонах	18	1,9–3,2	1,9–6,2
5	Гребневые зоны	5	2,2–3,2	3,0–9,0

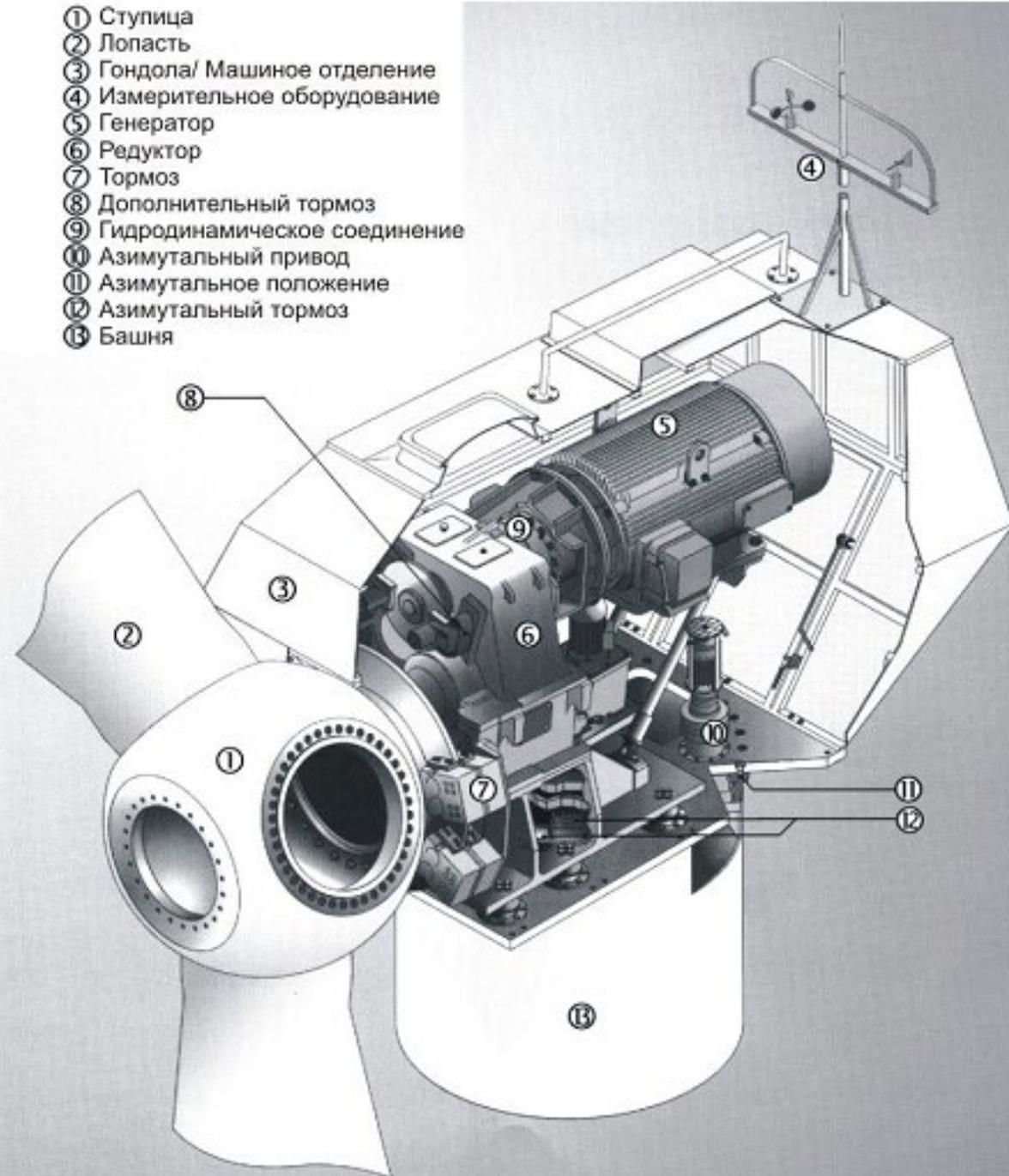
## Сила ветра по шкале Бофорта

Баллы Бофорта	Скорость ветра, м/с	Характеристика Силы ветра	Наблюдаемые эффекты действия
0	0...0,2	Штиль	Дым из труб поднимается вертикально
1	0,4 ...1,8	Тихий	Дым поднимается не совсем отвесно, но флаги неподвижны. На воде появляется рябь
2	1,8...3,6	Легкий	Ветер ощущается лицом, шелестят листья, на воде отчетливое волнение
3	3,6...5,8	Слабый	Колеблются листья на деревьях, развеваются легкие флаги, на отдельных волнах появляются гребни
4	5,8...8,5	Умеренный	Колеблются тонкие ветки деревьев, поднимается пыль и клочки бумаги, на воде много гребней
5	8,5...11	Свежий	Начинают раскачиваться лиственные деревья, все волны в гребнях
6	11...14	Сильный	Раскачиваются большие ветки деревьев, гудят телефонные провода, пенятся гребни волн
7	14...17	Крепкий	Все деревья раскачиваются, с гребней волн срывается пена
8	17...21	Очень крепкий	Ломаются ветки деревьев, трудно идти против ветра, с волн срываются клочья пены
9	21...25	Шторм	Небольшие разрушения, срываются дымовые трубы
10	25...29	Сильный шторм	Значительные разрушения, деревья вырываются с корнем
11	29...34	Жестокый шторм	Широкомасштабные разрушения
12	> 34	Ураган	Опустошительные разрушения





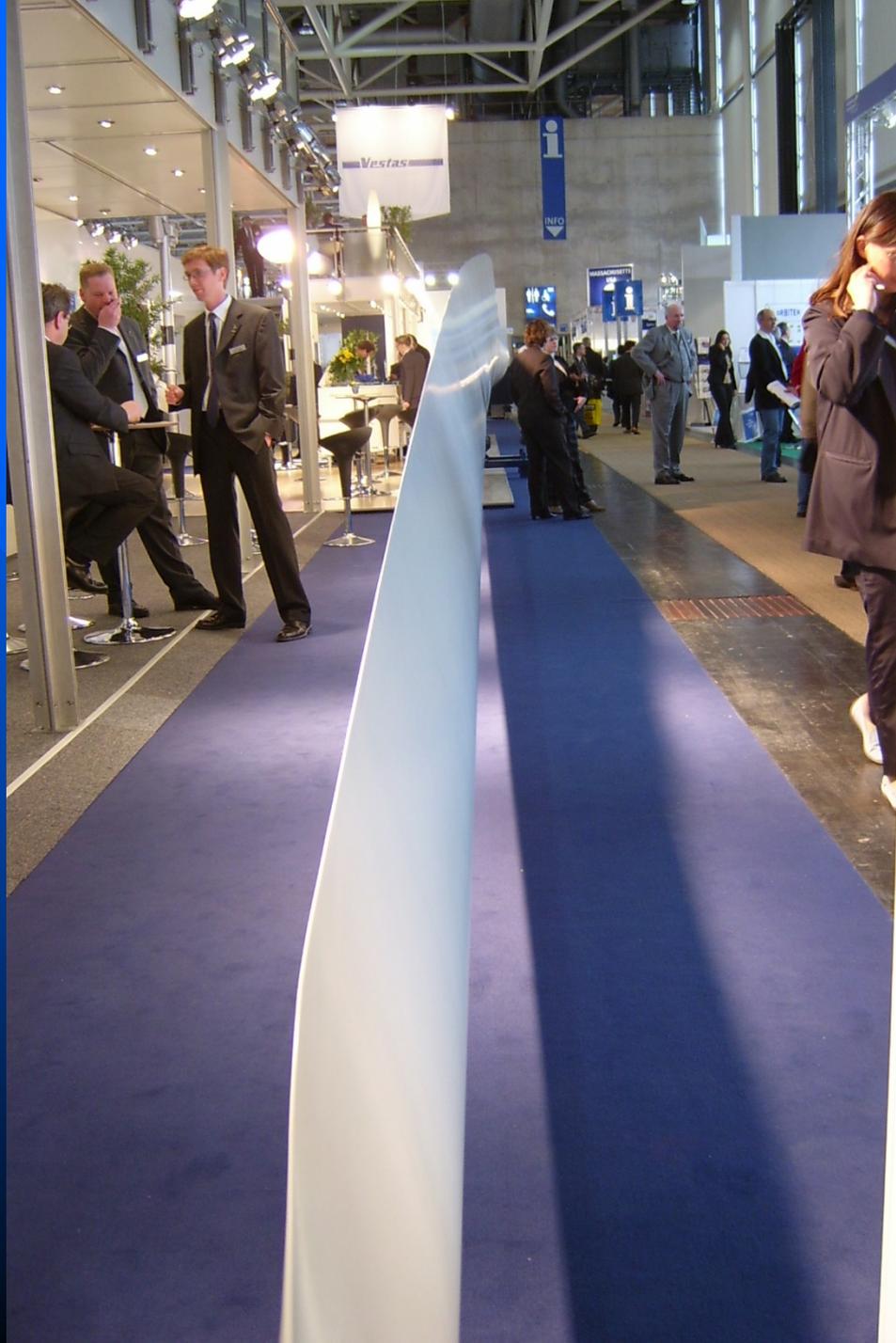
- ① Ступица
- ② Лопасть
- ③ Гондола/ Машинное отделение
- ④ Измерительное оборудование
- ⑤ Генератор
- ⑥ Редуктор
- ⑦ Тормоз
- ⑧ Дополнительный тормоз
- ⑨ Гидродинамическое соединение
- ⑩ Азимутальный привод
- ⑪ Азимутальное положение
- ⑫ Азимутальный тормоз
- ⑬ Башня



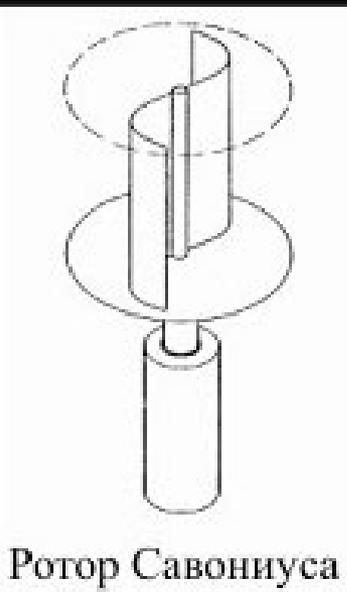
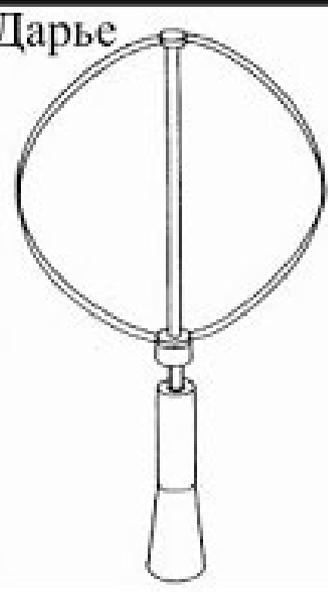
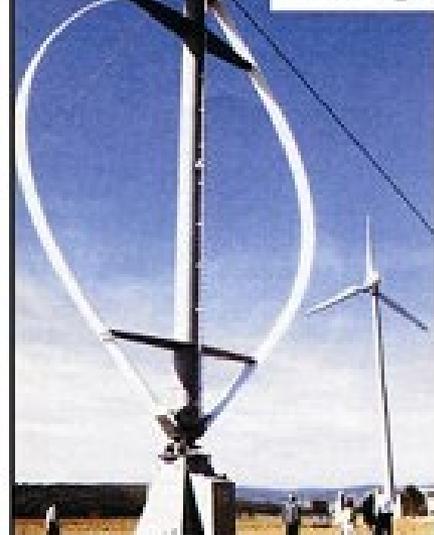






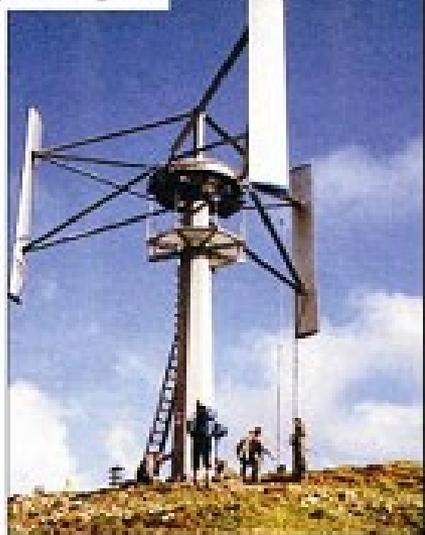
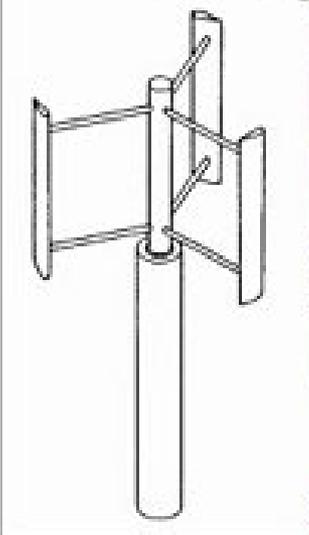


Ротор Дарье

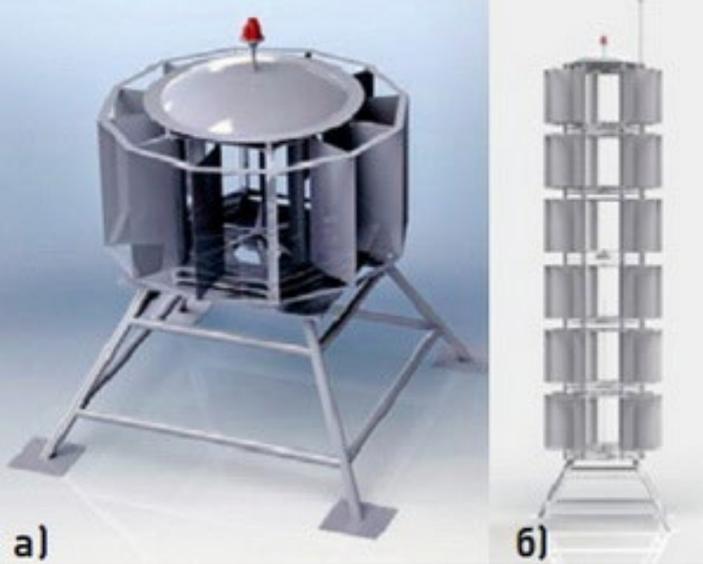


Ротор Савониуса

Н-Ротор Дарье



teploplen.com  
(812) 955-44-03

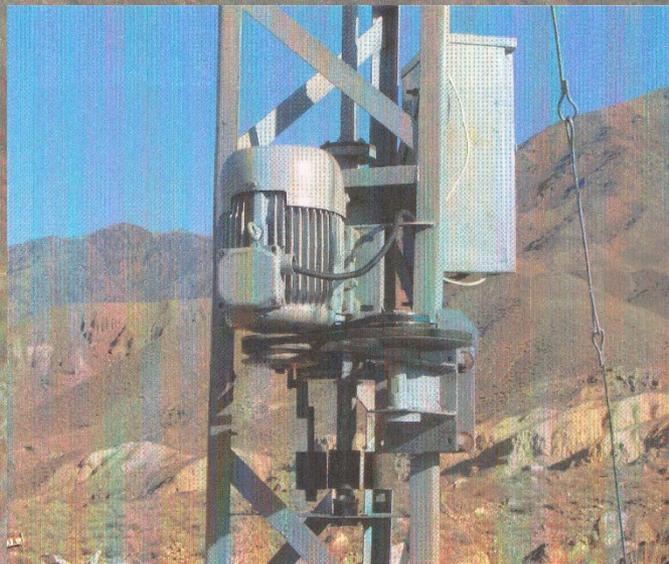


a)

b)



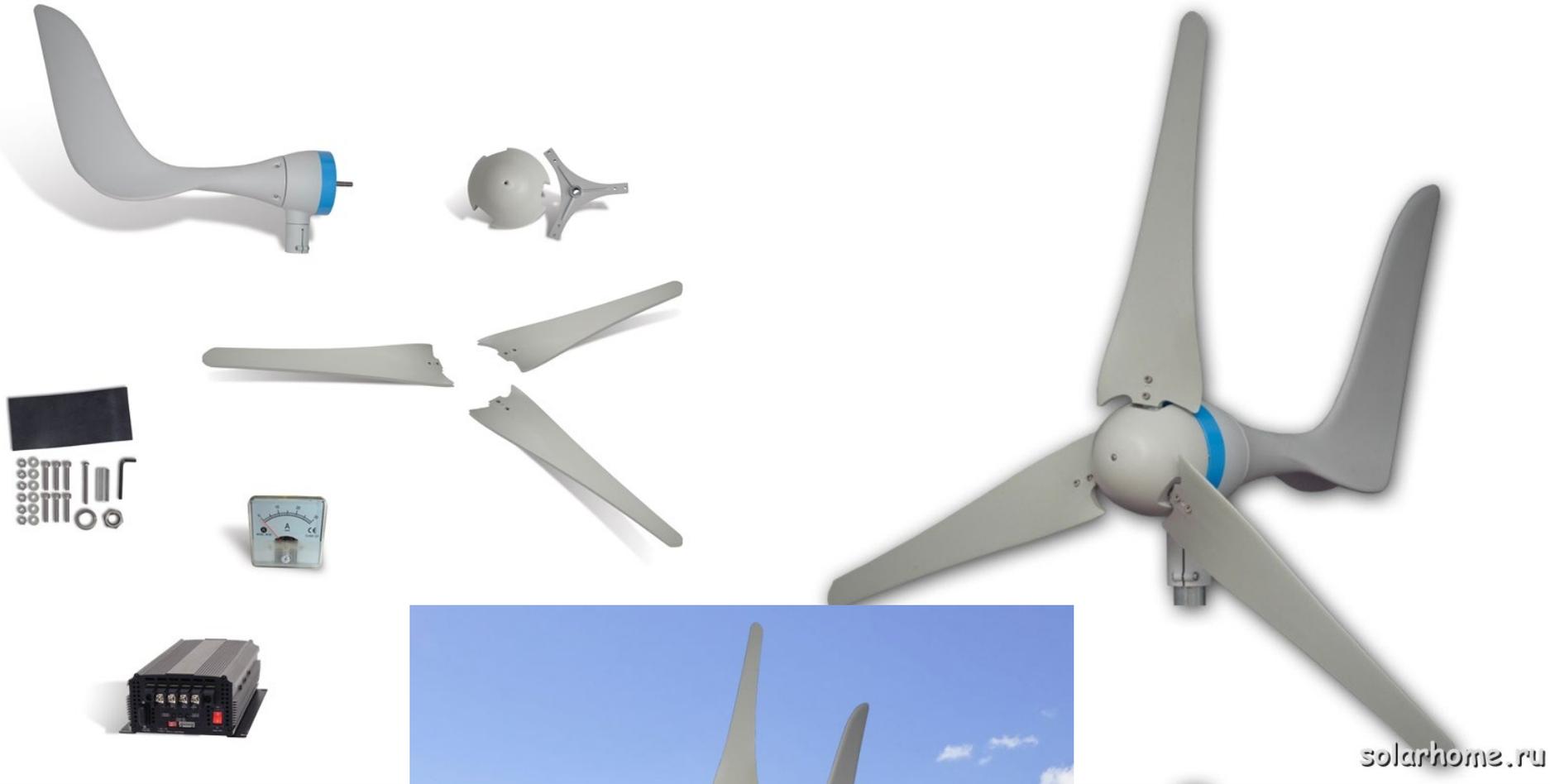
# Примеры ветроустановок в КР



# Примеры ветроустановок в КР



# Вариант ветроагрегата малой мощности производства КНР



# Примерные цены на ветроагрегаты российского производства



1кВт/Ø 2.6м

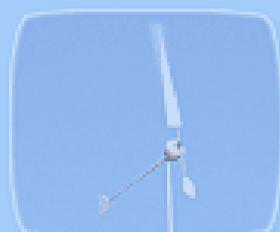


1кВт/Ø 4м

Для слабых ветров!



2кВт/Ø 3.5м

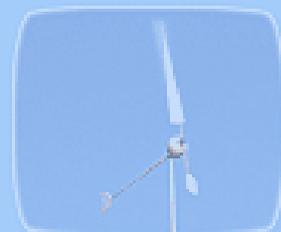


3кВт/Ø 7м

Для слабых ветров



5кВт/Ø 5.2м



10кВт/Ø 7м

ПРАЙС-ЛИСТ ООО «Электроветер»

Скидка 10% при покупке 3-х и более и 20% при покупке 10 и более ВЭУ.

- ВЭУ-1/2.6 со встроенным контроллером заряда АБ	- 25 000 руб.
- ВЭУ-1/2.6 3 лопасти со встроенным контроллером заряда АБ	- 25 000 руб.
- ВЭУ-1/4 со встроенным контроллером заряда АБ	- 45 000 руб.
- <u>ВЭУ-2/3.5</u>	- 45 000 руб.
- ВЭУ-3/4.6 – 3 лопасти	- 85 000 руб.
- ВЭУ-3/7	- 135 000 руб.
- ВЭУ-5/5	- 105 000 руб.
- <u>ВЭУ-10/7</u>	- 230 000 руб.

Спасибо за внимание!

К ВЕТРОЭНЕРГЕТИКЕ