



Анализ проектов с использованием малых ГЭС

RETSCREEN® INTERNATIONAL

www.retscren.net

Учебный курс: анализ проектов с использованием чистой энергии



Малая ГЭС, работающая в естественном режиме реки, Канада

Фото: SNC-Lavalin

© Министерство природных ресурсов Канады 2001 – 2006.



Natural Resources
Canada

Ressources naturelles
Canada

Canada

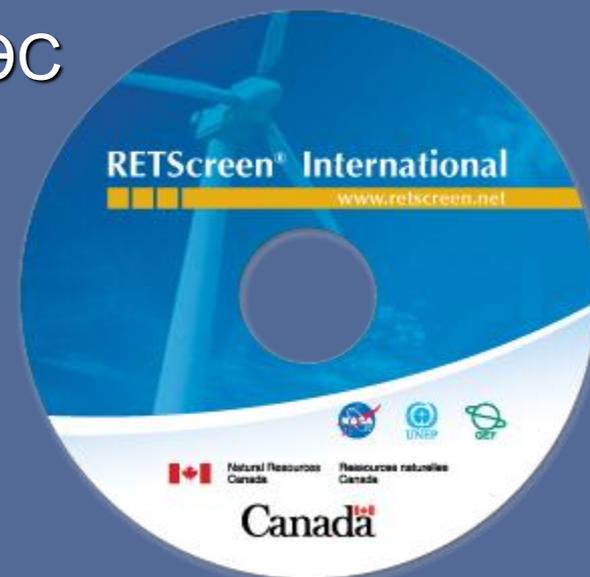
Цели



RETScreen® INTERNATIONAL

www.retscreen.net

- Проанализировать основные аспекты использования малых ГЭС
- Проиллюстрировать ключевые принципы анализа проектов с использованием малых ГЭС
- Представить модуль программного обеспечения RETScreen® для расчета проектов с использованием малых ГЭС



Что обеспечивают малые ГЭС?



RETSCREEN® INTERNATIONAL

www.retscreen.net

- Электроэнергию для
 - ▶ Центральным электросетей
 - ▶ Изолированных электросетей
 - ▶ Удаленных источников энергии



Фото: Robin Hughes/ PNS

...а также...

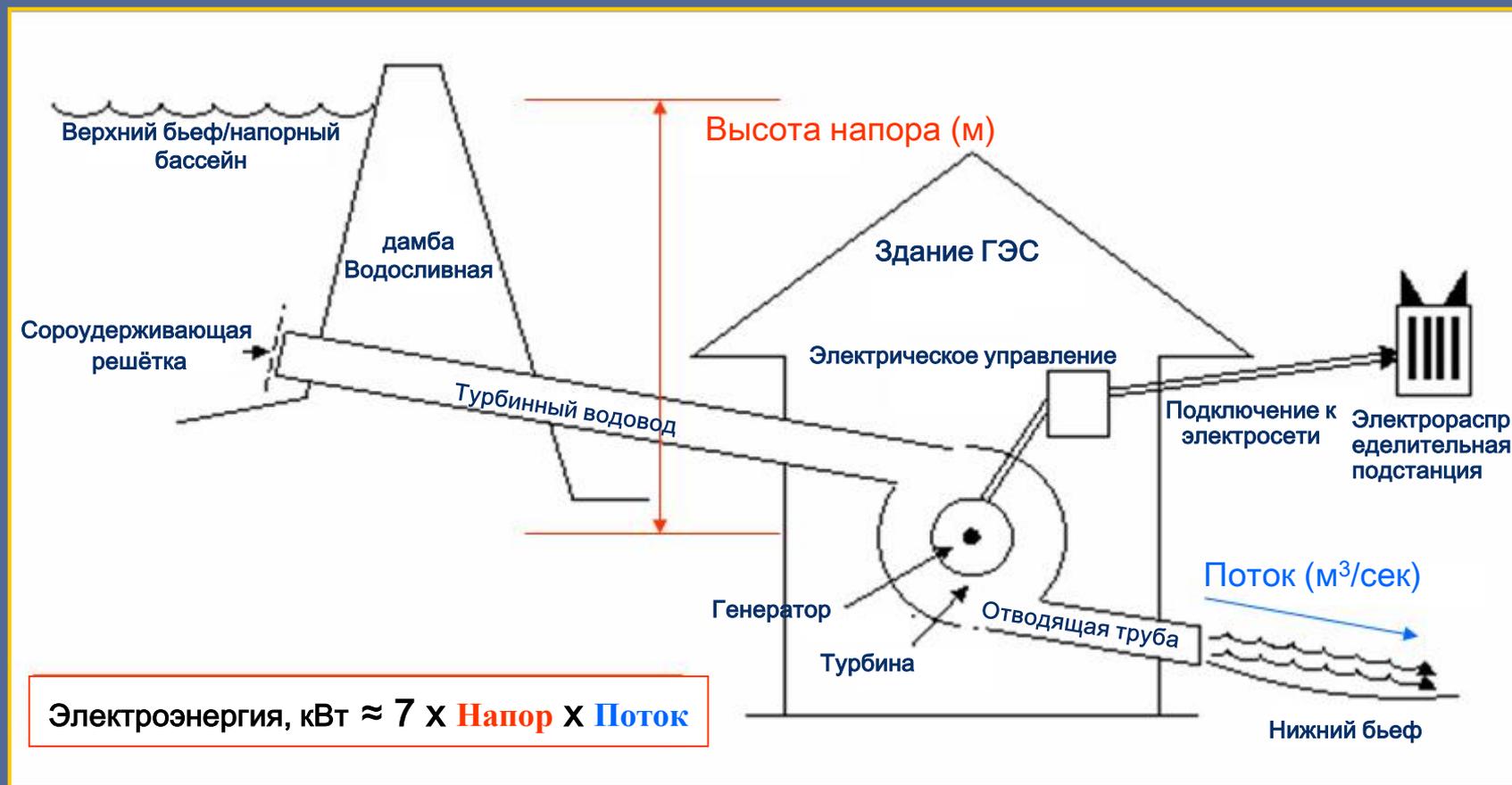
- ▶ Надежность
- ▶ Очень низкие эксплуатационные затраты
- ▶ Уменьшение зависимости от изменения цен на электроэнергию

Описание малых ГЭС



RETSCREEN® INTERNATIONAL

www.retscreen.net



Проекты с малыми ГЭС



RETScreen® INTERNATIONAL

www.retscreen.net

- «Малые» - это не универсальный термин
 - ▶ Масштаб проекта определяется не только электрической мощностью, но и высоким или малым напором

	Стандартная электроэнергия	Поток RETScreen®	Диаметр рабочего колеса RETScreen®
Микро	< 100 кВт	< 0,4 м³/сек	< 0,3 м
Мини	100 – 1 000 кВт	0,4 – 12,8 м³/сек	0,3 – 0,8 м
Малые	1 - 50 МВт	> 12,8 м³/сек	> 0,8 м

Виды малых ГЭС



RETSCREEN® INTERNATIONAL

www.etscreen.net

- Тип электросети
 - ▶ Центральная
 - ▶ Изолированная или без подключения к электросети
- Тип сооружений
 - ▶ ГЭС, работающая в естественном режиме реки
 - Без водохранилища
 - Кол-во электроэнергии варьируется в зависимости от объема имеющегося стока реки: низкая гарантированная мощность
 - ▶ Водохранилище
 - Высокая гарантированная мощность круглый год
 - Обычно необходима большая дамба

ГЭС, работающая в естественном режиме реки, 17,6-МВт, Массачусетс, США



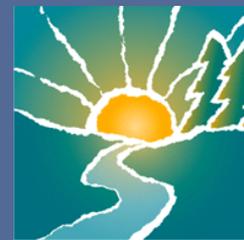
Фото: PG&E National Energy Group/
Low Impact Hydropower Institute

ГЭС, работающая в естественном режиме реки, 4,3 МВт, Орегон, США



Фото: Frontier Technology/ Low Impact Hydropower Institute

Компоненты: строительные работы



RETSCREEN® INTERNATIONAL

www.retscreen.net

- Затраты обычно составляют до 60% от первоначальных затрат по проекту
- Отводная плотина или запруда
 - ▶ Низкая дамба простой конструкции для ГЭС, работающих в естественном режиме реки
 - ▶ Бетонная, деревянная, каменная
 - ▶ Стоимость одной дамбы может сделать проект нерентабельным
- Водовод
 - ▶ Водозабор с сороудерживающей решёткой и затвором; отводящий водовод на выходе
 - ▶ Вырытый канал, подземный туннель и/или напорный трубопровод
 - ▶ Клапаны/задвижки на входе/выходе из турбины для проведения ТО
- Здание ГЭС
 - ▶ Турбина собственных нужд, механическое и электрическое оборудование

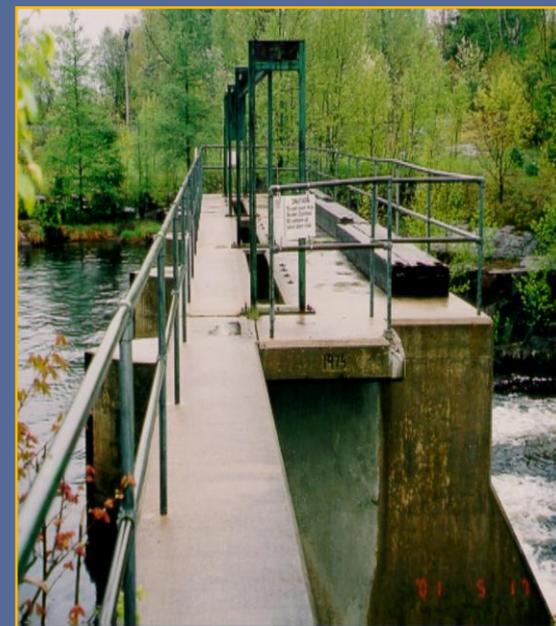


Фото: Ottawa Engineering

Компоненты: турбина



RETScreen® INTERNATIONAL

www.retscreen.net

- Уменьшенные варианты больших гидротурбин
- КПД - 90% от возможного
- В естественном режиме реки скорость потока значительно меняется
 - ▶ Турбина должна работать хорошо при различных скоростях потока, либо следует использовать несколько турбин
- Реактивные турбины: турбина Френсиса, с винтом постоянного шага, турбина Каплана
 - ▶ Для малого или среднего напора
 - ▶ Погружная турбина использует давление и кинетическую энергию воды
- Импульсные турбины: турбина Пельтона, Турго, с перекрестным потоком
 - ▶ Для высокого напора
 - ▶ Использует кинетическую энергию высокоскоростной водяной струи



Фото: PO Sjöman Hydrotech Consulting



Фото: PO Sjöman Hydrotech Consulting

Компоненты: Электрическое и иное оборудование



RETSCREEN® INTERNATIONAL

www.retscreen.net

- Генератор

- ▶ Асинхронный генератор

- Должен быть привязан к другим генераторам
 - Используется для подачи электроэнергии в большую сеть

- ▶ Синхронный генератор

- Может функционировать отдельно от других генераторов
 - Для автономных и изолированных от сети установок

- Прочее оборудование

- ▶ Ускоритель, чтобы турбина соответствовала генератору
 - ▶ Клапаны, электронное управляющее устройство, защитное устройство
 - ▶ Трансформатор



Мировые гидроэнергетические ресурсы



RETScreen® INTERNATIONAL

www.retscreen.net

- На континентах выпадает осадков больше, чем испаряется влаги
- Для равновесия дождевая вода должна попадать по рекам в океаны

	Технический потенциал (млрд.кВтч/год)	Освоенный %
Африка	1 150	3
Южная Азия и Средний Восток	2 280	8
Китай	1 920	6
Бывший СССР	3 830	6
Северная Америка	970	55
Южная Америка	3 190	11
Центральная Америка	350	9
Европа	1 070	45
Океания	200	19

Источник: *Renewable Energy: Sources for Fuels and Electricity*, 1993, Island Press.

Гидроэнергетические ресурсы на конкретном участке



RETScreen® INTERNATIONAL

www.retscreen.net

- Сильно зависят от участка: нужна пригодная к использованию река!
 - ▶ Изменение уровня высоты на коротком расстоянии (напор)
 - ▶ Приемлемые изменения скорости потока с изменением времени: кривая продолжительности стока
 - ▶ остаточный расход уменьшает имеющийся поток для выработки электроэнергии
- Проанализировать кривую продолжительности стока на основе
 - ▶ Измерения потока с течением времени
 - ▶ Размера водосбора на участке, удельного стока и формы кривой продолжительности стока



Затраты на систему с малой ГЭС



RETSCREEN® INTERNATIONAL

www.retscreen.net

- 75% затрат зависят от характеристик участка
- Высокие первоначальные затраты
 - ▶ Но сооружение и оборудование могут прослужить >50 лет
- Очень низкие затраты на эксплуатацию и ТО
 - ▶ Обычно достаточно присутствие одного работающего по совместительству оператора
 - ▶ Плановое техническое обслуживание основного оборудования должен проводить сторонний подрядчик
- Установки с высоким напором дешевлеют
- Стандартная стоимость: 1 200\$ - 6 000\$ за 1 кВт установленной мощности



Фото: Ottawa Engineering

Аспекты проектов с использованием малых ГЭС



RETSCREEN® INTERNATIONAL

www.retscreen.net

- Экономят затраты, при этом – простой и практичный проект, сооружения легко построить
- Можно использовать существующие дамбы и сооружения
- Время на реализацию проекта – от 2 до 5 лет
 - ▶ Ресурсы и исследование состояния окружающей среды: согласования
- 4 фазы проектно-конструкторских работ:
 - ▶ Предварительная съёмка/гидравлические исследования
 - ▶ Предварительное ТЭО
 - ▶ ТЭО
 - ▶ Планирование разработки системы и техническое проектирование

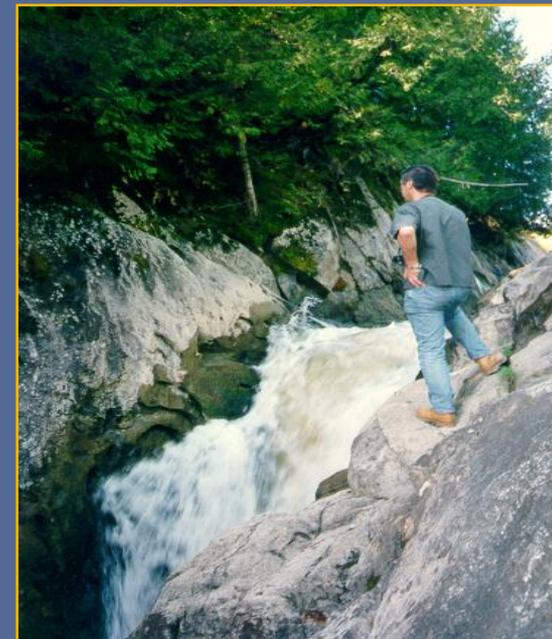
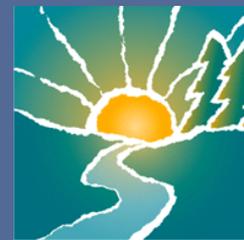


Фото: Ottawa Engineering

Малые ГЭС

Экологические аспекты



RETSCREEN® INTERNATIONAL

www.retscreen.net

- Создание малой ГЭС может изменить
 - ▶ Среду обитания рыб
 - ▶ Эстетику участка
 - ▶ Рекреационные/навигационные условия
- Последствия и требования к экологической экспертизе зависят от участка и типа проекта:
 - ▶ Русловая ГЭС на существующей дамбе: относительно низкие
 - ▶ Русловая ГЭС на неосвоенном участке: строительство дамбы/запруды/водоотводящего канала
 - ▶ Создание водохранилища: значительные последствия, растущие с увеличением масштаба проекта

Примеры: Словакия, Канада и США

Системы с малыми ГЭС, подключенные к центральной электросети



RETSCREEN® INTERNATIONAL

www.etscreen.net

- Русловые ГЭС будут подавать электроэнергию в сеть при условии наличия потока
- Коммунально-бытовые службы или независимые производители, заключившие долгосрочное Соглашение о закупке электроэнергии

Малая ГЭС,
Юговосточный, США



Фото: CHI Energy

2 турбины мощностью 2,3-МВт, Джейсени, Словакия



Фото: Emil Bedi (Foundation for Alternative Energy)/ Inforce

Освоение малой ГЭС, Ньюфаундленд, Канада



Фото: CHI Energy

Примеры: США и Китай

Малые ГЭС в изолированной электросети



RETSCREEN® INTERNATIONAL

www.retscreen.net

- Удаленные районы
- Удаленные жилые здания и производства

Генераторы для малой ГЭС, Китай



Фото: International Network on Small Hydro Power



Система с малой ГЭС на 800 кВт, г. Кинг Коув,
700 человек жителей

Фото: Duane Hirpe/ NREL Pix

- Более высокая цена на электроэнергию
- Русловые ГЭС обычно требуют дополнительной мощности, и поток может превышать потребление

Модуль программного обеспечения RETScreen® для расчета проектов с использованием малых ГЭС



RETSCREEN® INTERNATIONAL

www.retscreen.net

- Анализ производства энергии во всем мире, затрат за срок службы и уменьшения выбросов парниковых газов

- ▶ Центральная, изолированная электросеть и без подключения к электросети
- ▶ Размер: от одной турбины для микро ГЭС до нескольких турбин в малых ГЭС
- ▶ Метод расчета по формуле

- ПО в настоящее время не учитывает:

- ▶ Сезонные колебания нагрузки в изолированной сети
- ▶ Изменения напора в проектах с использованием водохранилища (пользователь должен указать среднюю величину)

RETScreen® Equipment Data - Small Hydro Project

Small Hydro Turbine Characteristics	Estimate	Notes/Range
Gross head	m 146,00	
Design flow	m³/s 1,90	
Turbine type	- Francis	See Product Database
Turbine efficiency curve data source	- Standard	
Number of turbines	turbine 1	
Small hydro turbine manufacturer	ABC Ltd.	
Small hydro turbine model	model XYZ	
Turbine manufacture/design coefficient	- 4,5	2,8 to 6,1; Default = 4,5
Efficiency adjustment	% 0%	
Turbine peak efficiency	% 92,2%	
Flow at peak efficiency	m³/s 1,5	
Turbine efficiency at design flow	% 88,9%	

Turbine Efficiency Curve Data

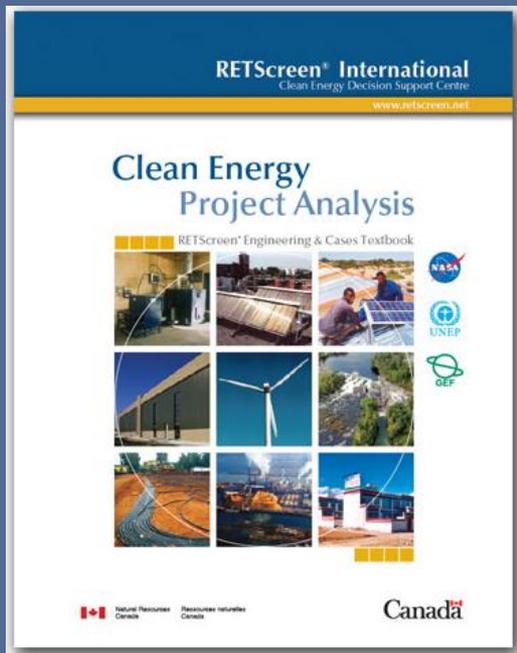
Flow (%)	Turbine efficiency	Turbine #	Combined turbine efficiency
0%	0,00	0	0,00
5%	0,00	1	0,00
10%	0,14	1	0,14
15%	0,29	1	0,29
20%	0,42	1	0,42
25%	0,53	1	0,53
30%	0,63	1	0,63
35%	0,70	1	0,70
40%	0,77	1	0,77
45%	0,82	1	0,82
50%	0,85	1	0,85
55%	0,88	1	0,88
60%	0,90	1	0,90
65%	0,91	1	0,91
70%	0,92	1	0,92
75%	0,92	1	0,92
80%	0,92	1	0,92
85%	0,92	1	0,92
90%	0,91	1	0,91
95%	0,90	1	0,90
100%	0,89	1	0,89

Efficiency Curve - 1 Turbine(s)

[Return to Energy Model sheet](#)

Version 3.0 © Minister of Natural Resources Canada 1997 - 2004. NRCan/CETC - Varennes

Расчет объема электроэнергии малой ГЭС в программном модуле RETScreen®

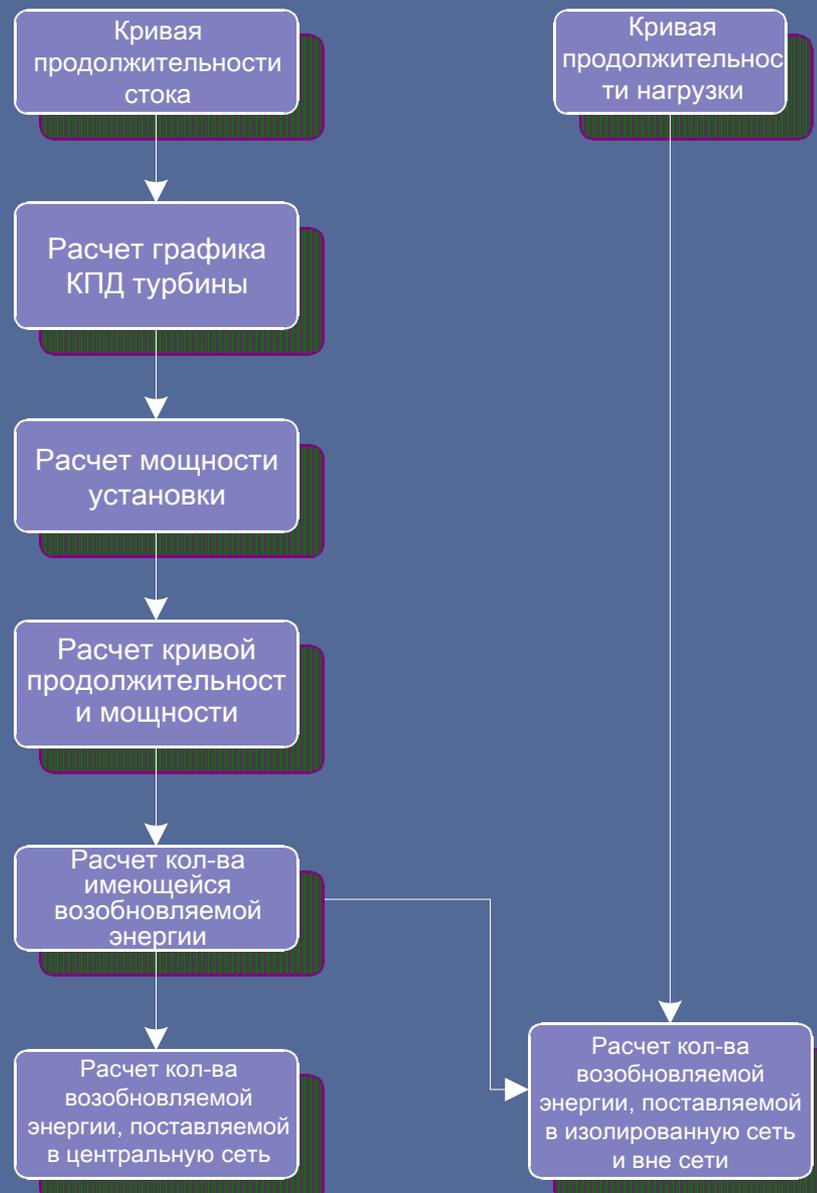


См. электронный учебник

Анализ проектов с использованием чистой энергии:

Инженерные расчеты RETScreen® и примеры

Глава: Анализ проектов с использованием малых ГЭС



Пример из модуля RETScreen® для расчета проектов с использованием малых ГЭС



RETSCREEN® INTERNATIONAL

www.retscreen.net

- КПД турбины

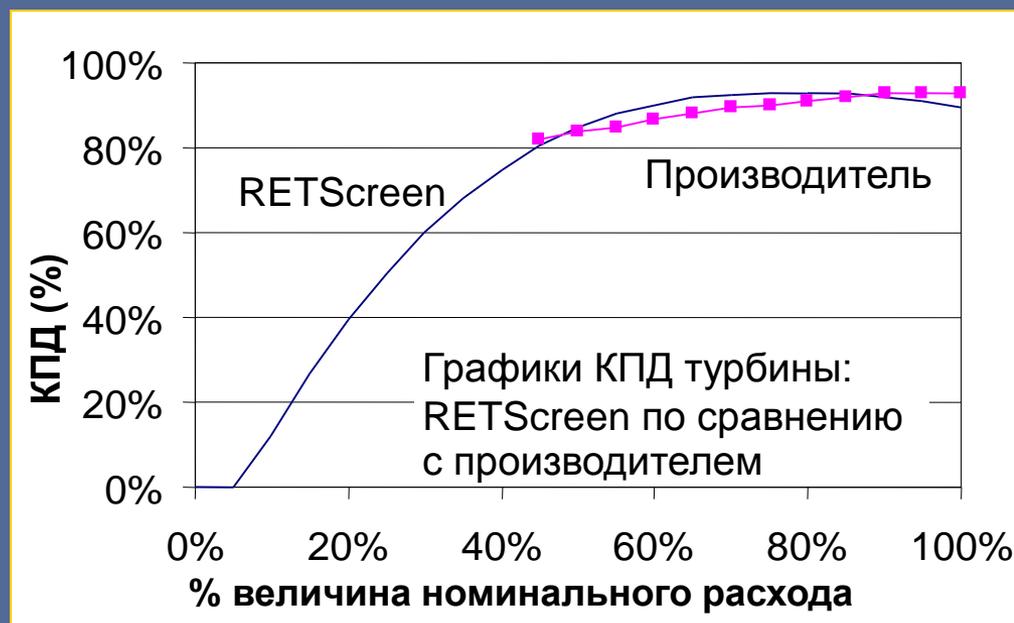
- ▶ КПД турбины Френсиса, 7 МВт, производства GEC Alsthom, сравнивается с данными производителя

- Производительность и мощность электростанции

- ▶ Сравняется с данными HydrA, участок в Шотландии
- ▶ Все результаты в пределах 6,5%

- Метод расчета по формуле

- ▶ По сравнению с RETScreen®, результаты в пределах 11% от детальной калькуляции; проект на 6 МВт на о-ве Ньюфаундленд



Выводы



RETSCREEN® INTERNATIONAL

www.etscreen.net

- Проекты с использованием малых ГЭС (до 50 МВт) могут производить электроэнергию для центральной или изолированной электросети, а также для подачи электроэнергии в удаленные районы
- Русловые ГЭС:
 - ▶ Более низкие затраты и меньше экологическое воздействие
 - ▶ Но в изолированной электросети необходимо резервное электропитание
- Первоначальные затраты выше и на 75% зависят от типа участка
- ПО RETScreen® оценивает мощность, гарантированную мощность, производительность и затраты на основе таких характеристик участка, как кривая продолжительности стока и высота напора
- ПО RETScreen® может значительно сэкономить затраты на проведение предварительного технико-экономического обоснования проекта

Вопросы?

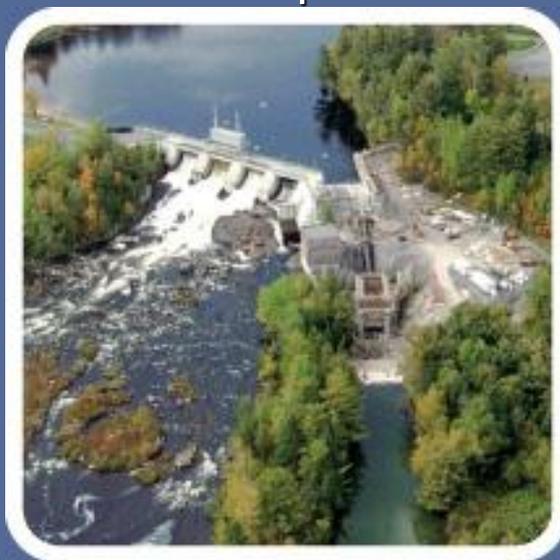


RETSCREEN® INTERNATIONAL

www.retscreen.net

Модуль программного обеспечения RETScreen® для анализа проектов с использованием малых ГЭС

Учебный курс RETScreen®: анализ проектов с использованием чистой энергии



Более подробную информацию вы можете узнать на Интернет-сайте RETScreen:

www.retscreen.net