

# **«ЗЕЛЕНОГОРСК БЕЗ УГЛЯ»**

**Оценка возможности использования альтернативных  
источников энергии ЗАТО г. Зеленогорска**



**Жижин Михаил, 11 класс МБОУ «СОШ №163»,**

**МБУ ДО «ЦО «Перспектива», г. Зеленогорск**

**Руководитель: Стародубцева Ж.А.**



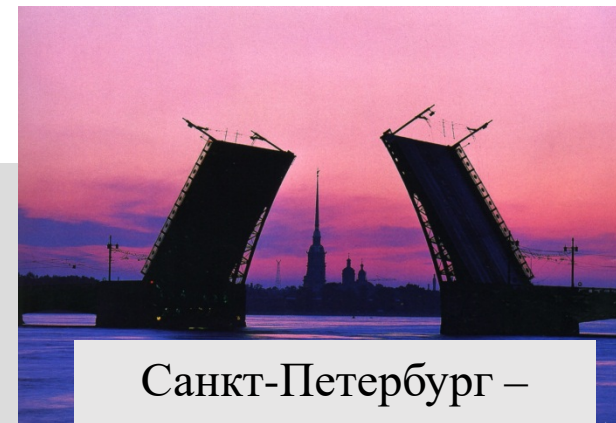
ГРЭС-2

## Проблема:

Высокая радиоактивность золы-уноса\*

## Актуальность:

В связи с высокой радиоактивностью угольной золы при сжигании топлива необходимо проведение анализа топливно-энергетических ресурсов г. Зеленогорска и оценка возможности обеспечения жителей альтернативными источниками энергии, без использования угля.



Санкт-Петербург –  
отказ от сжигания угля  
(2015 г.)

**Цель : предложить пути энергообеспечения г. Зеленогорска альтернативными источниками энергии.**

### **Задачи:**

- 1) Изучить альтернативные источники энергии.
  - 2) Провести анализ имеющихся топливно-энергетических ресурсов г. Зеленогорска
  - 3) Выявить потенциально возможные и эффективные источники энергии для жителей г. Зеленогорска
  - 4) Оценить экономическую эффективность использования альтернативных источников энергии
- !!!

Основным предприятием энергообеспечения г. Зеленогорска является ГРЭС-2 (тепловая и эл энергия), с момента ввода в работу первого энергоблока сожжено 204.7 млн т угля



# Виды альтернативных источников энергии



*1. Ветровая энергетика*

*2. Биотопливо*

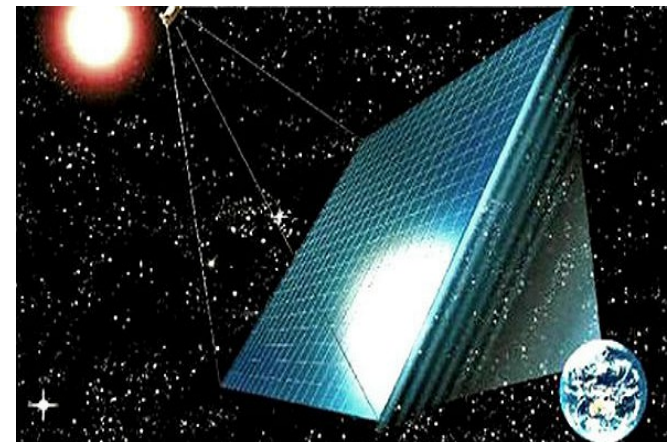
*3. Гидроэнергетика*

*4. Гелиоэнергетика*

*5. Грозовая энергетика*

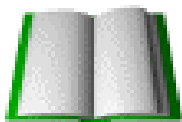
*6. Космическая энергетика*

*7. И т.д.*



- в России, в настоящее время доля использования альтернативных источников энергии от общего энергопотребления страны не превышает **0,3** %. (Л.Н. Храмова [9])





# Альтернативные источники энергии в Красноярском крае

## Выставка «ЭКСПОДРЕВ»



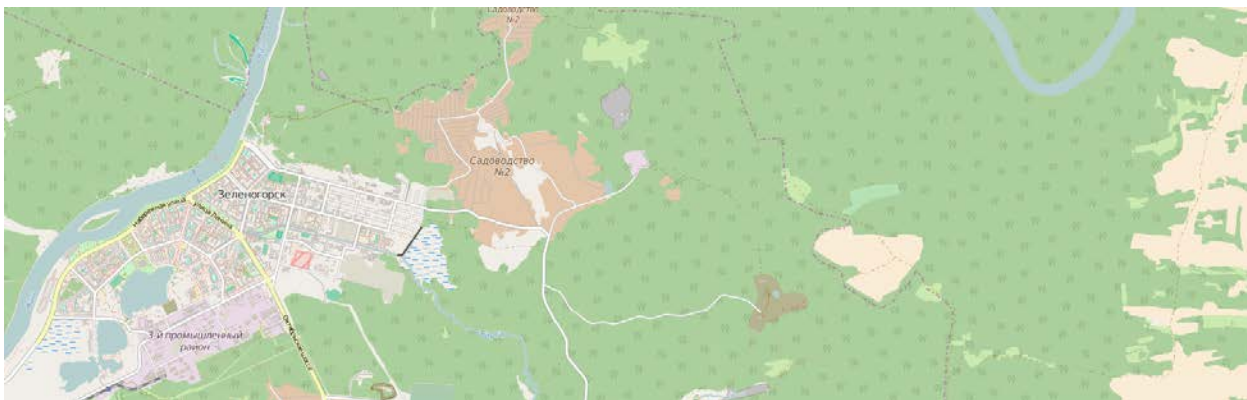
Наиболее оптимальным вариантом развития «Зеленой энергетики» в крае является совокупность следующих структур: торфяная энергетика, производство топлива на основе маслиничных культур (рапс) и лигниноцеллюлозы (отходов лесопромышленного сектора) (Джафаров Т.А.) [5]



# Материалы и методы исследования

## Материалы:

- отчеты о работе предприятий
- официальная информация отдела ГОиЧС Администрации города
- исследовательские работы школьников, описывающих природные ресурсы города
  - информация о природно-климатических ресурсах
  - географическое описание природных объектов, карты
  - публицистическая литература
- личные беседы с представителями служб, предприятий



## Методы работы

- анализ информации
- расчеты на основе анализа информации
- собственные наблюдения и умозаключения

**Гипотеза:** возможными альтернативными источниками энергии в г. Зеленогорске может стать:

- 1) **гидроэнергетика**, так на территории ЗАТО две реки – река Кан и река Барга;

- 2) **биоэнергетика:**

- торфяная энергетика - так как на территории города есть торфяная залежь
  - этанол, полученный из растительного сырья – сорго, или биодизельное топливо из рапса, так как есть свободные с/х поля.
  - биогаз, полученный на основе энергии отходов, так как на территории ЗАТО располагается полигон твердых бытовых отходов (ТБО);
- 3) **солнечная энергетика**;
  - 4) **ветроэнергетика**.

# §1. Анализ возможности использования в качестве источника энергии воды реки Кан и малой реки Барга

## Р. Кан

- Ширина русла в среднем 650 м.
- Глубина реки 1-2 м.
- Скорость течения – 0,35 – 0,85 м/с.
- Средний годовой расход его составляет 249 м<sup>3</sup>/сек - -
- Средняя высота уровня воды во время половодья - 2,06 м



Формула расчета производительной мощности выбранного участка:

$$P = Q \cdot H \cdot g \cdot \eta$$

$P$  = электрическая мощность, кВт;  
 $Q$  = расход, м<sup>3</sup>/с;  
 $H$  = величина напора, м;  
 $g$  = ускорение свободного падения (9.81 м/с<sup>2</sup>);  
 $\eta$  = общий КПД (использовать 70%).

## Р. Барга

- Река Барга – приток первого порядка реки Кан, бассейна реки Енисей.
- Протяженность – 56 км.
  - Средняя ширина – 3,5 м
  - Средняя глубина – от 1 до 1,5 м, (до 1 м. летом)
  - Средняя скорость течения 0,3 м/сек.

Минимальный расход воды ГЭС составляет 3,6 м<sup>3</sup>/с .  
Произведем расчет расхода воды реки Кан по данной формуле с учетом характеристик.

$$P = 0,4 \text{ кВт}$$

$$Q = 1 \text{ м}^3/\text{с};$$

$$H = 0,5 \text{ м};$$

$$g = (9.81 \text{ м/с}^2);$$

$$Q = 0,4 \times 1 \times 0,5 \times 9,81 = 1,962 \text{ м}^3/\text{с},$$

Река Кан (а значит и р. Барга) не подходят для строительства на них ГЭС.



## §2. Анализ возможности использования в качестве источника энергии торфа торфяной залежи ЗАТО г. Зеленогорска



### Свойства «Зеленогорского» торфа:

- зольность 10-13%,
- содержание влаги 52-55%,
- плотность 850 кг/м<sup>3</sup>,
- средняя величина теплоты сгорания 8270 кДж/кг.
- Объем торфяной залежи 2640 м. куб. (А.Д. Стародубцев [8])

*Расчеты количества энергии, заключенное в торфяной залежи г. Зеленогорска»*

Плотность «Зеленогорского» торфа 850 кг/м<sup>3</sup>, то  $m = 850 \text{ кг/м}^3 \cdot 2640 \text{ м}^3 = 2244000 \text{ кг}$ .

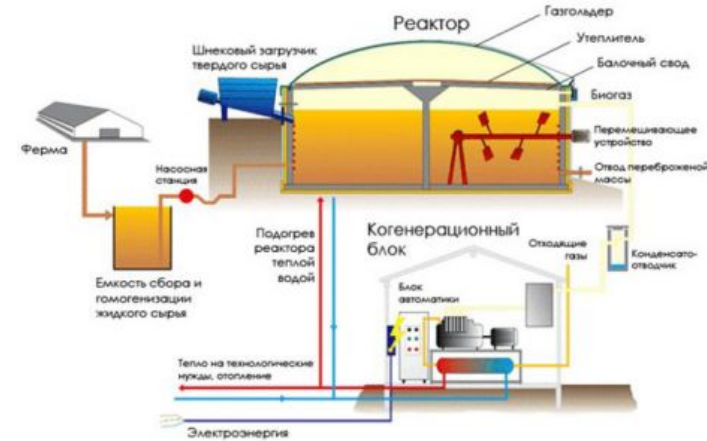
Т.к. теплота сгорания «Зеленогорского» торфа = 8270 кДж/кг, это соответствует  $2244000 \text{ кг} \cdot 8270 \text{ кДж/кг} = 18557880000 \text{ кДж} = 18557880 \cdot 10^6 \text{ Дж энергии}$ .



«Зеленогорская» торфяная залежь может обеспечить город  
 $= 18557880 \cdot 10^6 (1,856 \cdot 10^{13}) \text{ Дж энергии}$ .

## §3. Анализ возможности использования в качестве источника энергии биогаза, полученного на основе энергии отходов полигона ТБО

### Принцип получения биогаза из отходов



Количество биогаза зависит от морфологического состава ТБО. Общепринятая норма: из 1 т ТБО 280 м<sup>3</sup> биогаза с процентным содержанием метана 50 %.

Полигон ТБО г. Зеленогорска = 1089000 м<sup>3</sup>.

$1 \text{ кВт} \cdot \text{ч} = 1000 \text{ Вт} \cdot 3600 \text{ с} = 3600 \text{ кДж}$

- На сегодня, ТБО занят на 1/3,
- $25000 \text{ кДж/м}^3$  (тепловая способность Биогаза) \*  $2800000 \text{ м}^3 = 62500000000 \text{ кДж} = 17361111 \text{ кВт} \cdot \text{ч}$

Переработав отходы ТБО в биогаз, мы можем получить  $17361111 (1,736 \cdot 10^8) \text{ кВт} \cdot \text{ч энергии}$ .

## §4. Анализ возможности использования в качестве источника энергии этанола и биодизельного топлива, полученного из растительного сырья, выращенного на свободных с/х полях

Площадь полей в ЗАТО 35226 Га, в том числе:

Площадь сельхозугодий 29456 Га

Из них: пашни - 25040 Га, сенокосы - 1646 Га, пастбища 2770 Га.

Не используются 5770 Га.

### Выращивание Сорго

Если на неиспользуемых полях вырастить Сорго, то можно получить 34620 т спирта с одного сбора урожая.

$$1) 5770 \text{ Га} \times 25 \text{ т/га} = 144250 \text{ т}$$

$$2) 144250 \text{ т} \times 90 \text{ л/т (выход спирта)} = 12982500 \text{ л (этанол)}$$

$$3) 21,2 \text{ кДж/л (тепловая способность этанола)} \times 12982500 \text{ л} = 275229000 \text{ кДж}$$

$$4) 1 \text{ Вт} \times \text{ч} = 3600 \text{ Дж} = 76452,5 \text{ кВт} \cdot \text{ч}$$

### Выращивание Рапса

$c(\text{спирта}) = 240 (\text{дж/кг} \cdot ^\circ\text{C})$  - удельная теплоемкость 1 т. спирта.

Урожайность Рапса = 9,6 ц/га

$$5770 \text{ Га} \times 3,6 \text{ ц/га} = 5539,2 \text{ т (рапса)}$$

$$5539,2 \text{ т} / 3 = 1846,4 (\text{биодизеля})$$

$$37000 \text{ кДж/т} \times 1846,4 = 68316800000 \text{ кДж}$$

$$68316800000 \text{ кДж} \cdot 1 \text{ кВт} \cdot \text{ч} / 3600 \text{ кДж} = 18976888 \text{ кВт} \cdot \text{ч}$$

*На свободных полях с/х «Искра» можно вырастить 5539,2 т рапса и 144250 т сорго и обеспечить город 76452,5 ( $7,65 \cdot 10^4$ ) кВтч энергией Сорго или 18976888 ( $1,9 \cdot 10^7$ ) кВтч энергией Рапса*





## §5,6. Анализ возможности использования в качестве источника энергии солнечной энергии, энергии ветра

Известно, что г. Зеленогорск потребляет **220.320.375кВт/ч /год**

Мощность Батареи марки CELLineCl=240Вт

1) Годовое потребление батарей солнечной энергией

2)  $W = 11250478,45 \times 1,2 (\text{потери}) = 13500574,14 \text{ кВт}$

$W = 240 \text{ Вт} \times 0,6 (\text{коэффициент, учитывающий количество времени, когда солнце активно}) \times 3,1 \text{ кВт} \cdot \text{ч} / \text{м}^3 = 446,4 \text{ кВт} (\text{суточное})$   
 $446,4 \text{ кВт} \times 30 \times 12 = 160704 (\text{годовое потребление}).$

Сколько штук

$220320375 \text{ кВт} / 160704 (\text{количество в сутки кВт}) = 1370 \text{ Батарей.}$

Чтобы обеспечить город **220320375 кВт/ч** энергии, нам потребуется 1370 Батарей марки CELLineCl



Чтобы обеспечить город ветряной энергией потребуется 1.275002 шт. ветрогенераторов.

Максимальная скорость ветра по территории Рыбинского р-на составляет 24(м/с), а рабочий диапазон ветрогенератора при скорости ветра- 2 – 40 м\с

P - мощность  
V - скорость ветра  
D - диаметр винта

$P = 2D + 3v = 2 \times 2.2 \times 35 / 7000$  - формула расчета мощности ветрогенератора.

Нами были взяты ветрогенераторы фирмы Energy Wind, при скорости ветра 3м/с, они вырабатывают 0,02кВт

1)  $24 \text{ ч} \times 30 \times 12 \times 0,02 \text{ кВт} / \text{год} = 172,8 \text{ кВт} / \text{год}$

2)  $220.320.375 \text{ кВт} / 172,8 \text{ кВт} = 1.275002 \text{ шт.}$

ветрогенераторов.

# Расчет экономической эффективности

- В настоящее время этот раздел в процессе работы

## Результаты

- 1) Ресурсов реки Кан и Барга недостаточно для развития гидроэнергетики
- 2) Использование торфяной залежи обеспечит город  $18557880 \cdot 10^6$  Дж энергии.
- 3) Используя свободные с/х поля можно вырастить на них сорго, из него получить спирт (этанол) и обеспечить город  $275229000 \text{ кДж}$  энергии. Если на полях вырастить рапс, то из него биодизельное топливо даст городу  $68316800000 \text{ кДж}$  энергии.
- 4) На основе ресурса полигона ТБО в год можно получить биогаз, который обеспечит город  $625000000000 \text{ кДж}$
- 5) Чтобы обеспечить город ветряной энергией потребуется  $1275002$  шт. ветрогенераторов.
- 6) Чтобы обеспечить город солнечной энергией необходимо установить  $30243$  шт. батарей марки CELLineCl мощностью  $240 \text{ Вт}$  каждая.

## Выводы

1. Альтернативная энергетика – энергетика, в которой в качестве источника энергии выступают «другие» природные ресурсы или явления, как ветер, биотопливо, солнце, вода, гроза, энергия космоса и т.д.

2. На основе анализа климатических условий, природных ресурсов, г. Зеленогорска было установлено, что потенциально возможными альтернативными источниками энергии может стать: биоэнергетика (торф, этанол(биодизель), биогаз), солнечная энергетика, ветроэнергетика.

3. Для удовлетворения нужд г. Зеленогорска требуется **220.320.375 кв/ч** электроэнергии в год, предлагаем следующие схемы использования альтернативных источников энергии:



## Схема 1 (при условии выращивания Рапса)

	природный ресурс	Источник энергии	кВт/ч	доля в общем количестве энергопотребления, %
1	Свободные с/х поля	биодизельное топливо из Рапса	18976888 кВт* ч	8,61%
2	Торфяная залежь	торф	5154966,6 кВт*ч	2,33%
3	Полигон ТБО	биогаз	173611111 кВт*ч	78,79%
4	Солнце	солнце (солнечная батарея), 62шт.	11280478,45кВт	5,135
5	Ветер	ветер (ветрогенератор), 65382шт.	11280478,45кВт	5,135

## Схема 2 (при условии выращивания Сорго)

	природный ресурс	Источник энергии	кВт/ч	доля в общем количестве энергопотребления, %
1	Свободные с/х поля	этанол из Сорго	76452,5 кВт* ч	0,034%
2	Торфяная залежь	торф	5154966,6 кВт*ч	2,33%
3	Полигон ТБО	биогаз	173611111 кВт*ч	78,79%
4	Солнце	солнце (солнечная батарея), 667 шт.	11280478,45кВт	9,423%
5	Ветер	ветер (ветрогенератор), 517484шт.	11280478,45кВт	9,423%