

# Проект использования теплового насоса для обогрева малых подсобных помещений в условиях Севера

**Захарова Любовь Николаевна  
Республика Саха (Якутия),  
Чурапчинский улус, с. Чурапча  
Муниципальное  
общеобразовательное учреждение  
«Чурапчинская улусная гимназия»  
Министерство образования  
Республики Саха (Якутия), 10 класс**

*С восходяще-пляшущим солнцем своим,  
Взлетающим над землей:  
С деревьями, роняющими листву,  
Падающим, умирая;  
С шумом убегающих вод,  
Убывающих, высыхая;  
Расточающимся изобильем полна,  
Бурями обуянная –  
Зародилась она,  
Появилась она –  
В незапамятные времена –  
Изначальная Мать – Земля.*

**Отрывок из якутского народного эпоса- олонхо  
«Нюргун Боотур Стремительный»  
в переводе Владимира Державина**



## **Актуальность темы:**

*Вырабатывание тепла – это сегодня главная проблема не только для жителей Якутии, но для большинства жителей планеты. В наших условиях отопление дома производится дровами и каменным углем, который привозится издалека за большие деньги, причем такое отопление загрязняет окружающую среду. А вырубаемого леса с каждым годом становится все меньше, что говорит об экологическом кризисе. Проблема отопления малых подсобных помещений, теплиц возникает весной и осенью, для чего в настоящее время отопление производится дровами или используются обогреватели, расходующие много энергии, а стоимость электроэнергии повышается с каждым годом.*

*Мы предлагаем заменить обогреватели тепловыми насосами, что увеличит наши энергоресурсы и разрешит некоторые экологические вопросы.*

## **Цель работы:**

*Разработка проекта использования тепловых насосов для обогрева малых подсобных помещений с целью защиты лесного ресурса и экономии энергоресурсов.*

## **Задачи:**

*Изучить экологические проблемы, связанные с природными особенностями и лесными ресурсами своего региона;*

*Изучить теорию принципа действия теплового насоса и холодильника;  
Провести эксперимент по использованию теплового насоса для обогрева помещений;*

*Разработать проект использования теплового насоса для обогрева малых подсобных помещений в сельской местности.*

**Новизна работы** заключается в том, что использование теплового насоса в качестве обогревателя для нас новое явление, которое поможет решению проблемы извлечения тепловой энергии, не затрачивая при этом значительных энергоресурсов, так как стоимость электроэнергии увеличивается с каждым годом.

Научные труды по теории:

Барашенков В., Юрьев М., «Тепло из холода». Москва, - журнал «Знание сила», №1 2005 г.

Гаврилова М.К., Климаты холодных регионов земли Якутск 1998 г.

Дик Ю.И., Физический практикум для классов с углубленным изучением физики Москва 1993 г.

Кабардин О.Ф., Физика – 10 кл Москва 2003 г.

Саввинов Д.Д., Прикладная экология Амги Якутск 2000 г.

Саввинов Д.Д., Прикладная экология Севера Якутск 2003г.

**Постановка задачи:** Суровые климатические условия, наличие многолетней мерзлоты обуславливают флористическое однообразие и небольшую производительность лиственных лесов Центральной Якутии. Теплое время года в Якутии календарно составляет 3 месяца, но в любое время года могут ожидать заморозки, град и снег в середине лета.

Следовательно, отопление малых подсобных помещений требуется не только в холодное время, но и даже летом, не говоря уже о весне и осени. В это время основным топливом в сельской местности служат дрова, обогреватели и даже электроплитки, что не только грозит пожаром, но и потребляет много энергии.

Доказано, что проект теплового насоса позволяет сэкономить деньги, сберечь лесные ресурсы, будет экологически безопасным и принципиально новым решением проблемы теплоснабжения и в зависимости от сезонности и условий работы поможет достигнуть максимальной эффективности.

## Факторы, приводящие к экологическим проблемам.

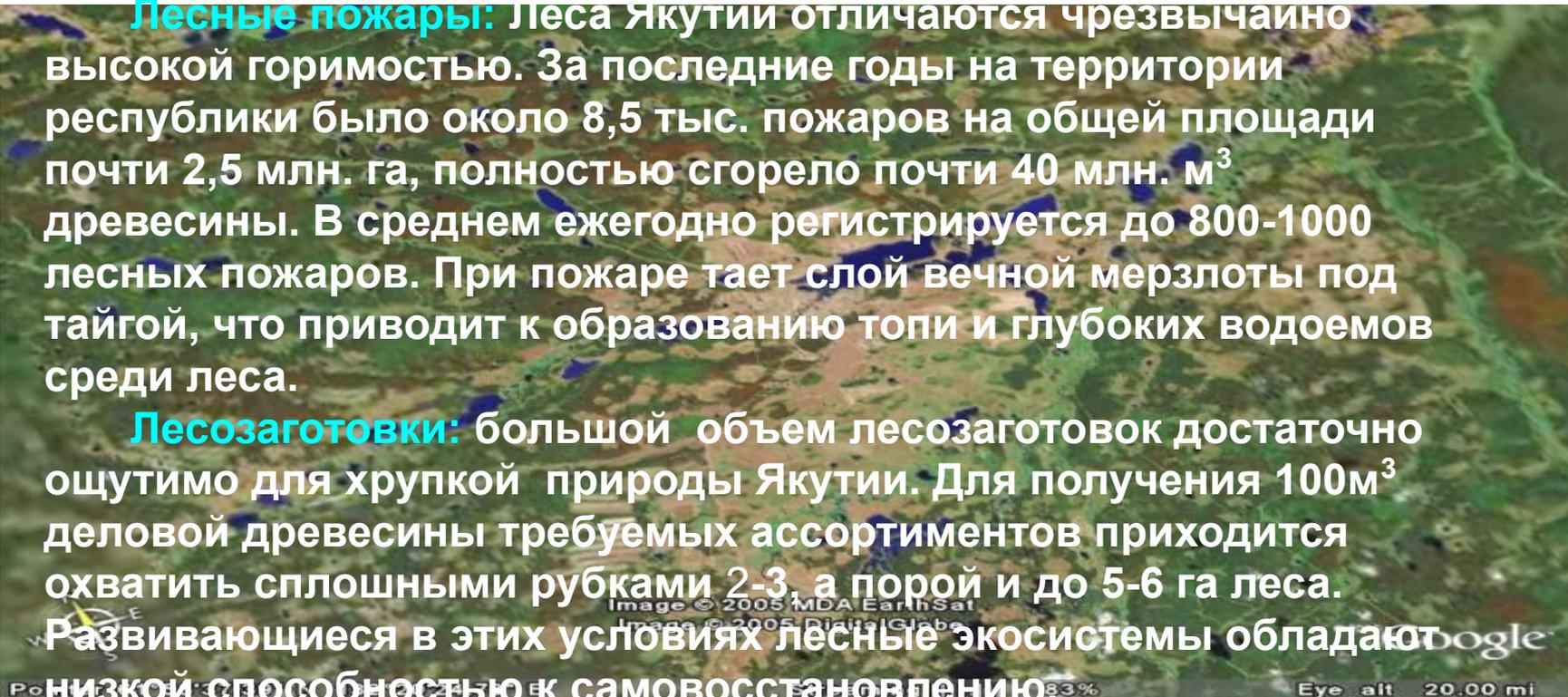


**Сибирский шелкопряд в лесах Якутии:** В основном на территории Амурского национального парка географически в среднетаежной зоне республики. Большая часть его территории занята светлохвойными лесами. Много гектаров леса повреждены шелкопрядом. Там сейчас стоят мертвые леса, без единой живой лиственницы, заросшие травой и глубокими новообразованными водоемами. Вода из такого леса, перетекает на равнины, разрушает дороги, затапливает луга и превращается в непроходимые места. Опрос жителей показал, что в качестве отопления дровами он не представляет ценности, так как быстро сгорает и дает мало тепла и не окупает затраты.

**Лесные пожары:** Леса Якутии отличаются чрезвычайно высокой горимостью. За последние годы на территории республики было около 8,5 тыс. пожаров на общей площади почти 2,5 млн. га, полностью сгорело почти 40 млн. м<sup>3</sup> древесины. В среднем ежегодно регистрируется до 800-1000 лесных пожаров. При пожаре тает слой вечной мерзлоты под тайгой, что приводит к образованию топи и глубоких водоемов среди леса.

**Лесозаготовки:** большой объем лесозаготовок достаточно ощутимо для хрупкой природы Якутии. Для получения 100м<sup>3</sup> деловой древесины требуемых assortиментов приходится охватить сплошными рубками 2-3, а порой и до 5-6 га леса.

Развивающиеся в этих условиях лесные экосистемы обладают низкой способностью к самовосстановлению.



## Фактическая рубка древесины за 2005г. по Чурапчинскому

### лесхозу.

Наименование лесозаготовителей	Всего	Кол-во	Деловой		Недоиспользовано	
			всего	кол-во	всего	зачтено
Лимиты лесосечного фонда	34,1	34,1	10,7	10,7	1,6	1,6
Потребобщество «Маарыкчаан»	1,5	1,5	0,3	0,3	0,1	0,1
ГП «Сахателеком»	0,02 5	0,025	0,023	0,023		
Чурапчинское МО	32,6	32,6	10,4	10,4	1,5	1,5
Местное население	26,3	26,3	8,2	8,2		

### Ведомость использования на отпуск леса по

### Чурапчинскому лесхозу

Наименование лесопользователей	Наряд	Размер по наряду тыс. м <sup>3</sup>	Разрешено по л/б всего тыс. м <sup>3</sup>	Деловой тыс. м <sup>3</sup>
Лимиты лесосечного фонда по РС(Я), всего		39,25	35,7	16
ЯТЦЭ ОАО «Сахателеком»	46	0,025	0,025	0,023
Потребобщество «Маарыкчаан»	33	4	1,6	0,6
Чурапчинское МО	27	35	34,1	15,6
В т.ч местному населению			26,5	13,25

## Холодильная машина как тепловой насос.

Можно ли использовать холодильную машину в качестве обогревателя?

$$Q_1 = Q_2 + A > Q_2. (|A_{\text{сж}}| > |A_{\text{расш}}|). A = |A_{\text{сж}}| - |A_{\text{расш}}| > 0.$$

$$Q_1 = |A_{\text{сж}}|; Q_2 = |A_{\text{расш}}|, Q_1 = Q_2 + A > Q_2, |Q_1| = Q_2 + A.$$

Эффективность теплового насоса характеризуется **отопительным коэффициентом**.

$$\Psi_{\text{max}} = |Q_1| / A = |Q_1| / (|Q_1| - Q_2) = T_1 / (T_1 - T_2)$$

У реального теплового насоса  $\Psi_p = T_1 / (T_1 - T_2)$ ,  $\Psi > 1$

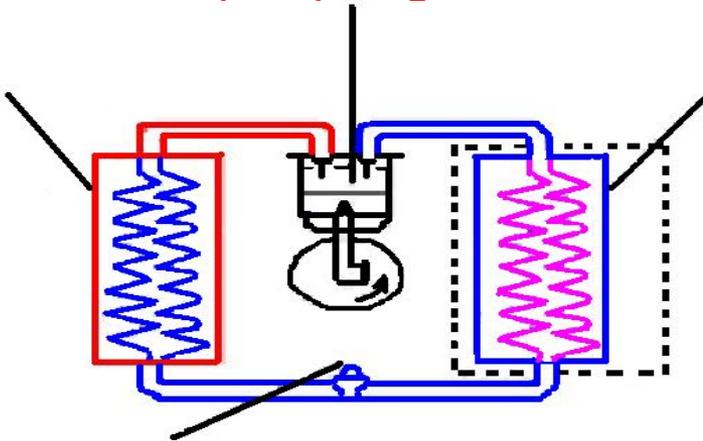
Пример: температура наружного воздуха  $t_2 = 0$ , а внутри дома тепловой насос должен поддерживать температуру  $t_1 = +20$

$$\Psi = T_1 / (T_1 - T_2) = 293\text{K} / (293\text{K} - 273\text{K}) = 14,5$$

Значит, пользуясь тепловым насосом, мы можем «накачать» в помещении примерно в 15 раз больше количество теплоты, чем получили бы при той же затрате энергии от электронагревательного прибора.

**Устройство компрессорного холодильника:**

- 1 – теплообменник; 2 – компрессор; 3 – испаритель;  
4 – регулируемый вентиль.



## Экспериментальная проверка использования теплового насоса для обогрева помещения.

**Оборудование:** Холодильник, термометр электронный, часы, кастрюля металлическая.

**Эксперимент 1:** Изучение зависимости холодильной машины в качестве обогревателя от регулятора.

Мощность	Температура °C
Малая	$T_1 = 36^\circ\text{C}$
Средняя	$T_3 = 41^\circ\text{C}$
Максимальная	$T_2 = 46^\circ\text{C}$

### Выводы:

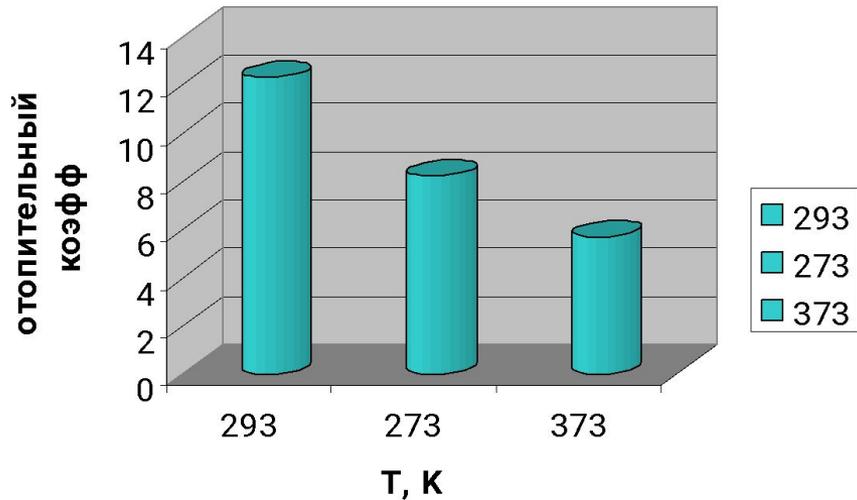
Чем больше температура холодильника, тем сильнее нагревается конденсатор.

Это позволяет нам установить ту температуру, которая нужна. Что позволит регулировать работу теплового насоса.

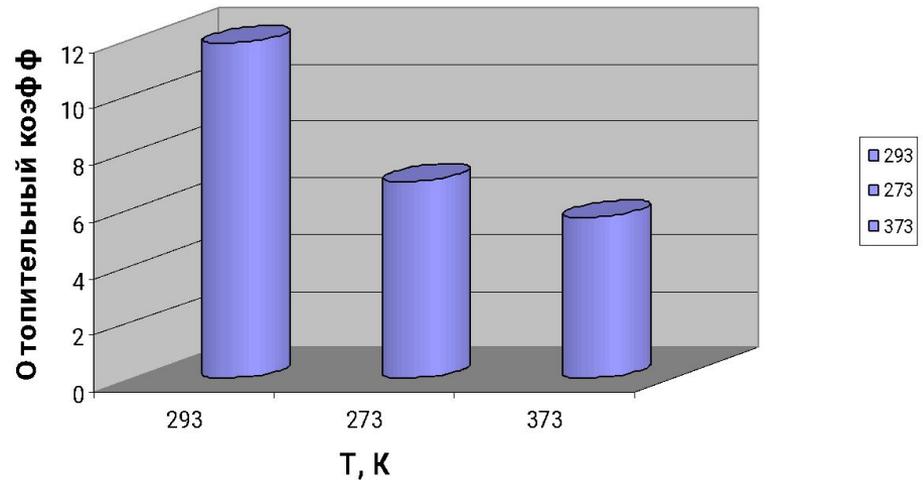
**Эксперимент 2.** Определение отопительного коэффициента, выделяемое конденсатором при закрытом и открытом морозильнике.

# Расчет отопительного коэффициента:

При открытом морозильнике



При закрытом морозильнике



## Выводы:

Чем больше мы охлаждаем морозильник, тем сильнее нагревается конденсатор. ( $\Psi_p = 12,2$ )

Отопительный коэффициент увеличивается при охлаждении морозильника.

Охлаждая морозильник можно использовать конденсатор для отопительной системы.

## **Экспериментальная проверка работы устройства с помощью модели.**

**Средние отопительные коэффициенты:**

*при открытом морозильнике:*

**В морозильнике с водой при 20°C:**

$$\Psi_p = (74,2 + 37,6 + 25,4 + 19,3) / 4 = 39,2.$$

**В морозильнике с ледяной водой:  $\Psi_p = (11,5 + 10,7 + 10,1 + 9,53) / 4 = 10,45$**

**В морозильнике с кипяченой водой:  $\Psi_p = (4,1 + 4,25 + 4,4 + 4,56) / 4 = 4,32$**

*при закрытом морозильнике:*

**1. В морозильнике с водой при 20°C:  $\Psi_p = (13,2 + 12,7 + 12,2 + 11,8) / 4 = 12,47$**

**2. В морозильнике с ледяной водой:**

$$\Psi_p = (8,18 + 7,82 + 7,5 + 7,2) / 4 = 7,653$$

**3. В морозильнике с кипяченой водой:  $\Psi_p = (5,21 + 5,43 + 5,66 + 5,9) / 4 = 5,55$**

## Расчеты:

1.  $Q_1 = c \cdot m \cdot \Delta T$ ;  $Q_2 = P \cdot t$

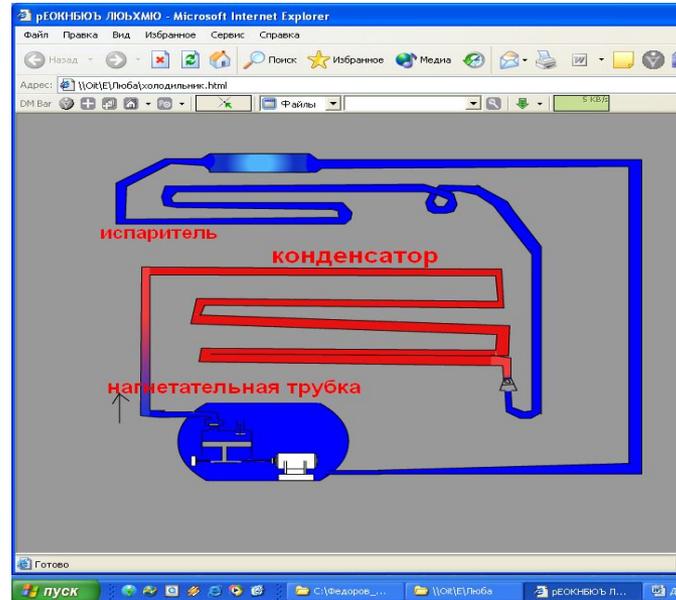
2. Количество теплоты, необходимое для нагревания воздуха в коробке за 20 мин, при наличии в морозильник ледяной воды,  $\Psi_p = 7,36$ .  $V_{кор} = a \cdot b \cdot c = 0,3 \cdot 1 \cdot 0,5 = 0,15 \text{ м}^3$ ,  $m_{в} = \rho_{возд} \cdot V = 1,29 \text{ кг/м}^3 \cdot 0,15 \text{ м}^3 = 0,2 \text{ кг}$  за это время ТН нагрел воздух в коробке на  $24^\circ\text{C}$ .  $Q = c_{возд} \cdot m \cdot \Delta t = 1000 \cdot 0,2 \cdot (44 - 20) + 2400 \cdot 12,2 \cdot (44^\circ\text{C} - 20^\circ\text{C}) = 709,6 \text{ кДж}$ .  $Q = 7,36 \cdot 130 \text{ Вт} \cdot t$  расчеты показали, что деревянная коробка и воздух внутри прогреваются примерно  $t = 12,3 \text{ мин}$ .

3.  $Q_{потр хол} = P \cdot t = 0,130 \text{ Вт} \cdot 20 \cdot 60 = 156 \text{ кДж}$  - стоимость  $A = 0,043 \text{ руб}$ .

4.  $Q_{потр пл} = P_{пл} \cdot t = 2000 \cdot 20 \cdot 60 \text{ с} = 2400 \text{ кДж}$  - стоимость  $A = Q_{пл} \cdot 0,95 \text{ руб} = 4 \text{ кВт} \cdot 0,95 = 0,066 \text{ руб}$ . за это время электроплитка нагрела коробку на  $16^\circ\text{C}$ , следовательно отдает коробке  $Q = 1000 \cdot 0,2 \cdot (36 - 20) + 2400 \cdot 12,2 \cdot (36 - 20) = 471,7 \text{ кДж}$  тепла.

**Вывод:** ТН за 20 мин потребляет энергию 156 кДж, а обычная электроплитка 2400 кДж, отсюда следует, что стоимость оплаты энергии нагревания воздуха в коробке ТН в 1,5 раз меньше, чем, если бы это сделали электроприбором.

# Проект использования теплового насоса для обогрева малых подсобных помещений.



## Обогреватель состоит из:

1. Нагревательного элемента, передающего тепло помещению – конденсатора от холодильника.
2. Элемента, который переносит тело от источника, температура которого ниже окружающей среды, к источнику, имеющему температуру окружающей среды – холодильной камеры.
3. Электродвигателя с насосом для перекачивания хладагента.
4. Гибких шлангов, соединяющих элементы устройства.

# Экспериментальная проверка работы устройства с помощью модели



## Расчет эффективности использования ТН:

$$Q_1 = 1000 \text{ Дж/кг}^\circ\text{C} * 1,29 \text{ кг/м}^3 * 81 \text{ м}^3 * (20^\circ\text{C} - 0^\circ\text{C}) = 2089800 \text{ Дж};$$

$$Q_2 = 12,2 * 130 \text{ Вт} * t; \quad t = Q_1 / (12,2 * 130) = 2089800 / 1586 = 2306 \text{ с} = 21 \text{ мин}$$

Сравние простой обогреватель  $N = 2000 \text{ Вт}$  и ТН мощностью  $130 \text{ Вт}$ , при обогреве данной теплицы:

$$Q_2 = 0,13 \text{ кВт} * 21 \text{ мин} / 60 \text{ квт} * \text{ч энергии}, \quad A = N * t * 0,95 \text{ руб} = (130 * 21 / 60) * 0,95 = 0,043 \text{ руб}$$

Пользуясь обогревателем  $N=2000 \text{ Вт}$ , за 21 мин расходует:

$$Q_3 = 2 \text{ кВт} * 21 / 60 \text{ квт} * \text{ч}, \quad \text{плата} - A = 2 \text{ кВт} * 21 / 60 \text{ ч} * 0,95 = 0,665 \text{ руб},$$

Пользуясь тепловым насосом мощностью  $130 \text{ Вт}$ , расходует:

$$Q_2 = 0,130 * 2 \text{ ч} * 0,95 = 0,26 \text{ руб}, \quad \text{что } 0,665 / 0,26 = 2,5 \text{ раз меньше}$$

сэкономить на электроэнергии

## **Выводы:**

**Старые холодильники можно использовать в качестве обогревателя малых помещений: теплиц, сараев, домов и т.д. в осеннее и весеннее время.**

**При этом теплица размером 9х3х3 м<sup>3</sup> нагревается до необходимой температуры примерно за 20 минут без учета потери тепла.**

**Пользуясь холодильником для отопления теплицы, расходует мало энергии, при этом плата за электроэнергию примерно в 2,5 раза меньше.**

**Проведенный эксперимент позволяет сделать вывод, что энергетическая выгода возрастает при увеличении времени потребления и объема помещения.**

**Благодаря регулятору холодильник выключается при достижении необходимой температуры, что делает устройство пожаробезопасным и исключает необходимость вставать ночью. При этом нет опасений, что теплица может перегреться и могут погибнуть растения.**

## **Заключение:**

**Холодильный агрегат, как ТН, перекачивает тепло окружающей среды в наш дом. И отсюда можно сказать, что такие установки идеальны в использовании в качестве обогрева помещения. Так как они не требуют большей затраты энергии. ТН в наших условиях можно обогревать малые помещения, при этом получить экономию и разрешить некоторые экологические вопросы. Основная угроза нашей жизни – это экологическое бедствие. От сохранности природной среды зависит здоровье каждого человека, генетическое благополучие, материальное благосостояние и высокая духовность нынешнего и будущих поколений. Уверены, что выход из кризиса зависит прежде всего от изменения ценностных ориентиров, установок, мировоззрения человека по отношению к Живой Природе. Это относится и к отоплению, так как в наших условиях отопление производится дровами, мазутом, каменным углем, а при их сжигании в атмосферу выбрасываются вредные вещества. Использование тепловых насосов в качестве отопительной системы значительно снизит годовой расход не только электроэнергии, а также поможет сохранить хрупкую природу на нашей северной земле Олонхо для будущих поколений**