

**Разработка умного обогревателя на ВТЭ для IT-куртки «Snow Man»**

Проект

Направление *“Технические и инженерные науки”*

Авторы: Максимов Валерий Семенович,  
Захаров Максим Егорович,  
Харитонов Вячеслав Васильевич,  
Егоров Никита Георгиевич,  
учащиеся 9 класса, «Энерджиквантум»  
ДТ «Кванториум»  
МАНОУ «ДДТ имени Ф.И.Авдеевой»  
г.Якутска Республики Саха(Якутия)

2022 г.

## Аннотация

Разработали «Умный обогреватель на ВТЭ для зимней одежды (IT-куртки «Snow Man)» с целью защиты здоровья северян при проблемах, связанных с суровыми климатическими условиями Якутии, конкретно наша разработка может обогревать людей при очень низких температурах. Например, она поможет труженикам в зимний период долго находиться на улице, работникам ЖКХ, инженерам, а также людям, занимающимся экстремальными видами спорта при суровых холодных условиях, путешественникам и т.д. И на данном этапе у нас создан и протестирован прототип «IT-куртки Snow Man» с 7 уровнями обогрева. Работа над проектом и усовершенствование прототипа продолжается.

## Обоснование актуальности

В нашем регионе зимы бывают суровые и долгие! Настоящий Полюс холода – самое холодное место находится в районе села Оймякон в Якутии. Минимальная температура, которая была зарегистрирована в Оймяконе, это  $-71,2^{\circ}\text{C}$ . Но при таких низких температурах люди живут и трудятся, может быть и выживают. При отрицательных температурах ниже  $-50^{\circ}\text{C}$  существующая на рынке зимняя одежда, не способна поддерживать тепло в течение долгого времени, а некоторым специалистам необходимо работать на улице в экстремально холодных температурах. Также, в нашей Республике довольно часты случаи обморожения и даже смерти от обморожения.

## Актуальность

Одним из решений этой проблемы может быть инновационная зимняя одежда, в которой внедрен умный обогреватель на ВТЭ. По мере охлаждения тела человека, температура обогревателя будет регулироваться, т.е. повышаться до определенной безопасной температуры, и наоборот. Например, изучив на рынке ассортимент курток с обогревом, мы пришли к выводу, что они не из дешевых, а разработанная нами зимняя одежда, например, куртка будет технологичней, безопасной и бюджетной.

**Цель:** Разработка умного обогревателя на ВТЭ для зимней одежды (IT-куртки «Snow Man»)

### Задачи:

1. Изучение интернет-источников по данной проблеме;
2. Анализ существующих решений, поиск решения, планирование;
3. Реализация замысла: собрать умный обогреватель на ВТЭ;
4. Апробирование/тестирование;
5. Выводы и рекомендации.

## Этапы работы над проектом:

### 1 этап: Изучение интернет-источников по данной проблеме

По данной проблеме существует несколько решений:

1. Покупка не самой качественной, но дорогой куртки с подогревом.
2. Покупка, но только не куртки, а уже обогревателя, которая дешевле первого варианта. Но к сожалению, оно либо имеется в малых количествах, то есть может один обогревательный участок, либо его время функционирования ограничено.

### 2 этап: Анализ существующих решений

**Таблица №1 «Анализ существующих решений по курткам с обогревом»**

№	Наименование	Фото	Производитель	Страна	Цена, 1 шт	Примечание	
						+	-
1	Куртка с подогревом Redlaika SAPHIR	<a href="https://images.ru.prom.st/939668695_w640_h640_kurtka-s-podogrevom.jpg">https://images.ru.prom.st/939668695_w640_h640_kurtka-s-podogrevom.jpg</a>	Редлайка	Россия	17 300 рублей	Неплохая термозащита относительно других	Вес, растрата большего количества энергии
2	Куртка с подогревом Foxmet с умным контролем температуры	<a href="https://images.ru.prom.st/948966627_w640_h640_kurtka-s-podogrevom.jpg">https://images.ru.prom.st/948966627_w640_h640_kurtka-s-podogrevom.jpg</a>	Foxmet	Китай	12 448 рублей	Умный контроллер	В качестве обогревателя выступают 3 греющие таблетки

3	Толстовка с подогревом WORX WA4660	<a href="https://www.wx-ecotools.ru/images/thumbnails/550/450/detailed/2/30191699007-6ib_enl.jpg">https://www.wx-ecotools.ru/images/thumbnails/550/450/detailed/2/30191699007-6ib_enl.jpg</a>	Worx	Канада	10 690 рублей	Температурный режим Высокий - 55°C Средний - 50°C Низкий - 45°C Время работы (от батареи 10000 мАч) Высокий - 4ч Средний - 7ч Низкий - 15ч Легкий вес	Потребление большого количества энергии
4	Куртка с подогревом Thermalli Pila	<a href="https://static.regmarkets.ru/detail/idata2/d9/07/d9077c01441e001af5feda997523f062.jpg">https://static.regmarkets.ru/detail/idata2/d9/07/d9077c01441e001af5feda997523f062.jpg</a>	Thermalli		8 994 рублей	Умный контроллер	Очень уязвима к влажности, короткое время работы, отсутствие блока питания
5	PMA Smart Heating Jackets 3-Gears Control Heated Unisex Vest Coat Graphene Intelligent Heating USB Electric Thermal Clothing	<a href="https://imgaz3.staticbg.com/thumb/large/oaupload/banggood/images/88/7A/bfbb798d-7b7c-4713-b905-0818bb39fc61.jpg.webp">https://imgaz3.staticbg.com/thumb/large/oaupload/banggood/images/88/7A/bfbb798d-7b7c-4713-b905-0818bb39fc61.jpg.webp</a>	PMA	Китай	14 514 рублей	Водонепроницаемость	Отсутствие блока питания для подзарядки нагревателя
6	Куртка с подогревом KRAKATAU Qm298 CRYOGEN чёрный	<a href="https://coxshop.ru/upload/resize_cache/iblock/b63/400_400_0/b6374e394064ed249de8d9de68473b52.jpg">https://coxshop.ru/upload/resize_cache/iblock/b63/400_400_0/b6374e394064ed249de8d9de68473b52.jpg</a>	С.О.Х.	Россия	29 990 рублей	Водонепроницаемость, названа в честь физика Криогеника, изучающего закономерности изменения закономерности изменения свойств веществ	Цена, аккумулятор весом 500 грамм

**Выводы:** в категории «Цена качество» лидирует «Толстовка с подогревом WORX WA4660», хороший уровень нагрева, но теплопередачу никто не отменял и все его выделяемое тепло просто перейдет к более холодной части толстовки, температура которой более близка к температуре улицы.

Наш же прототип по характеристикам подходит к «Толстовка с подогревом WORX WA4660», а по некоторым лучше, например, в количестве уровней нагрева и теплоизоляции. Тратит меньше электроэнергии и намного экологичнее так, как мы используем топливо - водород.

**Таблица №2 «Анализ существующих решений по обогревателям»**

№	Наименование	Фото	Производитель	Страна	Цена, 1 шт	Примечание	
						+	-
1	Электрическая грелка-сапожок для ног с 3 программами нагрева и автоотключением через 6 часов Ugi	<a href="https://images.wbstatic.net/big/new/17510000/17512400-5.jpg">https://images.wbstatic.net/big/new/17510000/17512400-5.jpg</a>	EcoSapiens	Россия	2 851 рублей	Удобный дизайн, 3 уровня подогрева.	Не то что нам нужно, и очень ограниченный спектр использований.
2	Zippo Hand Warmer	<a href="https://images.ru.prom.st/479959006_w640_h640_zippo-hand-warmer.jpg">https://images.ru.prom.st/479959006_w640_h640_zippo-hand-warmer.jpg</a>	Zippo	США	2 490 рублей	12 часов работы.	Использование керосина как топлива. Уровень нагрева от 50-60 С°, малая площадь нагрева.
3	Грелка для рук	<a href="https://images.ru.prom.st/904041627_w640_h640_grelka-dlya-ruk.jpg">https://images.ru.prom.st/904041627_w640_h640_grelka-dlya-ruk.jpg</a>	Vdomo	Россия	1 681 рублей	Компактность.	Размеры: 10,2 x 2,5 см
4	TENGOO электрический шарф	<a href="https://images.ru.prom.st/956168038_w640_h640_tengoo-elektricheskij-sharf.jpg">https://images.ru.prom.st/956168038_w640_h640_tengoo-elektricheskij-sharf.jpg</a>	TENGOO	Китай	2 270 рублей	Быстрое нагревание, 3 уровня нагрева.	Короткое время работы 40 минут. Отсутствие аккумулятора.
5	Грелка А 1.5 л	<a href="https://avatars.mds.yandex.net/get-mpic/4338525/img_id3087800029096945833.jpeg/orig">https://avatars.mds.yandex.net/get-mpic/4338525/img_id3087800029096945833.jpeg/orig</a>	MERIDIAN		202 рубль	Размеры: 33 x 17 см, топливо вода.	Вес 1.5 кг, материал резина, быстро остывает, тепло не держит.
6	Электрогрелка для косметологии Hotmat Es-302	<a href="https://avatars.mds.yandex.net/get-mpic/5238069/img_id1235128053062232821.jpeg/orig">https://avatars.mds.yandex.net/get-mpic/5238069/img_id1235128053062232821.jpeg/orig</a>	EcoSapiens	Россия	2 099 рублей	Время использования 6 часов.	Питание от сети, значит низкая мобильность.

**Выводы:** По критерию цена-качество лучше всех «Грелка А 1.5 л», хотя она сделана из резины, но греет не хуже керосиновых. К сожалению плотность резины и вес, его самый главный недостаток, а его преимуществами являются цена и большая площадь нагрева. Наш умный обогреватель легче грелки в 2 раза, имеет 7 уровней нагревания, чуть большую площадь нагрева.

Исходя из Таблицы №1 и Таблицы №2 составлена Таблица №3 «Дорожная карта»:

№	Сроки/даты:	Задачи:	Выполнение	Примечание
	Декабрь 2020	1. Изучение проблемы исследования 2. Изучение интернет сайтов	Первая смета, идеи насчет принципа работы и чертежи. Ознакомление с	- Дистанционная работа в связи с карантином

		<p>3. Анализ существующих решений</p> <p>4. Создание чертежа</p> <p>5. Участие ШБ</p> <p>6. Изучение языка программирования C++ и ознакомление с радиоэлементами</p> <p>7. Изучение водородных технологий</p>	<p>ВТЭ и языком C++.</p> <p>Прошли до республиканского этапа ШБ. Анализ сайтов и существующих решений.</p>	
Январь 2021	<p>1. Начать работу над прототипом</p> <p>2. Участи в конкурсе «Грант»</p> <p>3. Изучение языка программирования C++ и ознакомление с радиоэлементами</p> <p>4. Проведение экспериментов с ВТЭ при комнатной и отрицательных температурах</p>	<p>Первый концепт прототипа. Участие в «Грант». Получение результатов из эксперимента. Выводы насчет эксперимента.</p>	<p>Отсутствие опыта в программировании и пайке проводов.</p> <p>Карантинные ограничения.</p>	
Февраль 2021	<p>1. Создание и апробация первого прототипа</p>	<p>Апробация нагревательного элемента</p>	<p>Случайные инциденты с коротким замыканием</p>	
Март 2021	<p>1. Участие в республиканском конкурсе НТТУ</p> <p>2. Подключение драйвера двигателя и терморезистора к нагревательному элементу</p>	<p>Победа в НТТУ</p>	<p>Карантин</p>	
Апрель 2021	<p>1. Дальнейшее развитие прототипа с нихром</p> <p>2. Убрать лишние соединения</p> <p>3. Отказ от платы радиоэлементов и переход Arduino Uno на Arduino Micro</p> <p>4. Пайка проводов и радиоэлементов между собой</p>	<p>Усердная работа и дефицит свободного времени</p>	<p>Поломка всей системы в дальнейшем</p>	
Октябрь 2021	<p>1. Участие в конкурсе «Я инженер»</p>	<p>Призовое место в конкурсе. Хорошо проведенное время в ДЦ «Сосновый бор».</p>	<p>Осознание того, что мы все еще не развиты</p>	
Декабрь 2021	<p>1. Участие в ШБ</p> <p>2. Планы соединения Bluetooth для дистанционного управления нагревательного элемента</p>	<p>Победа в школьном и городском этапе. Лауреаты в республиканском. Прописка программы.</p>	<p>Раздумья над названием проекта и над дальнейшем развитии его.</p>	
Январь 2022	<p>1. Участие в РШБ</p> <p>2. Замена нихрома на углеродное волокно</p> <p>3. Изучение характеристик углеродного волокна</p>	<p>Управление с помощью Bluetooth. Плавный переход на углеволокно.</p>	<p>Недостаточно знаний для быстрого управления Bluetooth и функция включения и выключения</p>	

	Февраль 2022	1. Участие в конкурсе «Высший пилотаж» 2. Улучшение прототипа, то есть замена нихрома на углеродное волокно 3. Проведение экспериментов с прототипом из углеродного волокна	3 место в региональном этапе. Начало работ.	
	Март 2022	Подача заявки в НТТУ		
	Май 2022	Закончить работу над прототипом и приступить к продукту		
	Сентябрь 2022	Поиск вариантов развития проекта в сфере предпринимательства, бизнес план		
	Декабрь 2022	1. Участие в стартапе 2. Участие в ШБ		
	Январь 2023	Поиск инвесторов		
	Февраль 2023	Планирование производства товара		
	Апрель 2023	Участвовать в НТТУ		

### 3 этап: Реализация замысла/сборка умного обогревателя

#### **I спринт «Изучение ВТЭ»**

Первым делом начали изучать ВТЭ, то есть поиск любой информации о нем. Чтение различных справочников, статей, сайтов и вообще поиск любой информации. Для того, чтобы проверить работает ли ВТЭ при отрицательных температурах было решено провести с ним 2 эксперимента при комнатной и минусовой температуре.

#### **Проведение эксперимента**

Мы провели два эксперимента:

1. В помещение при температуре +27 градусов
2. Второй эксперимент проводился на улице при температуре -25-26 градусов.

Мы проверяли продолжительность работы ВТЭ при комнатной температуре и брали замеры каждые 10 минут в течении часа. Тоже самое мы проводили во втором эксперименте, но с укороченным временем.

## Первый эксперимент

Целью первого эксперимента являлось изучение продолжительности работы ВТЭ с одним баллоном при комнатной температуре. Один баллон с водородом компании «ИнЭнерджи» имеет объём 10 литров. Работоспособность одного баллона 1 час.



Эксперимент длился 60 минут, при этом каждые 10 минут брали промежуточные измерения мультиметром. Результаты можно видеть на таблице №1. В начале эксперимента ВТЭ выдавала напряжение 5.32 V. В конце эксперимента напряжение на мультиметре показывала значение 5.83. После проведенного исследования мы пришли к выводу, что при работе без нагрузки, ВТЭ в течение 1 часа может работать стабильно. Измеряли мультиметром «FLUKE».



## Второй эксперимент

Целью второго эксперимента являлось изучение работоспособности ВТЭ при отрицательных температурах. Эксперимент длился 40 минут и каждые 10 минут брали промежуточные измерения, результаты можно увидеть на таблице №1. После 10 минут работы напряжение уменьшилось от 6.01 до 2.269. В последующих измерениях напряжение варьировалось от 2.491-2.5.

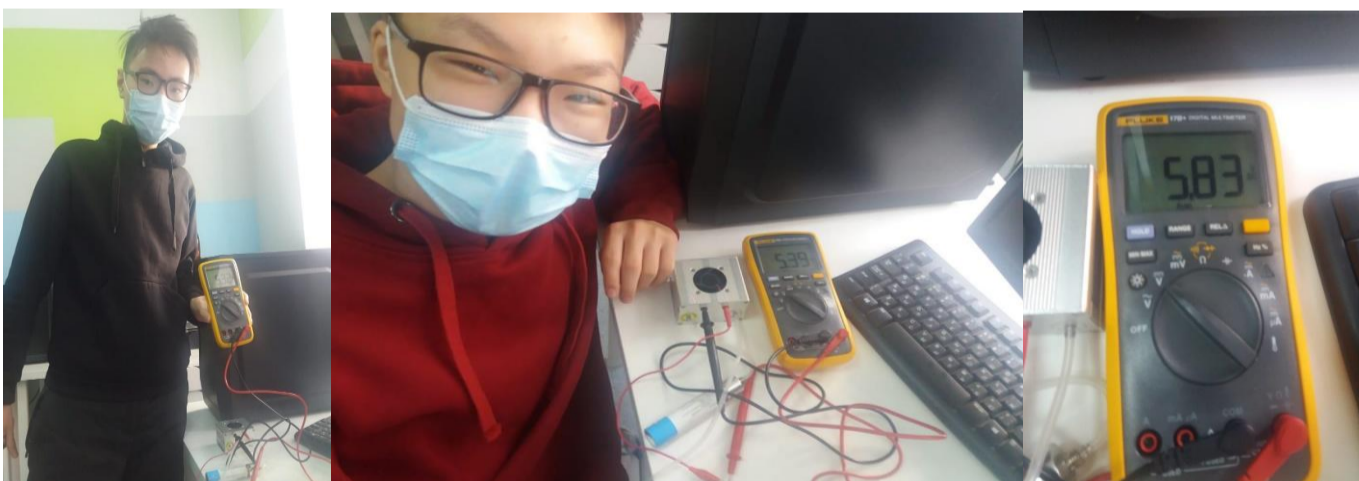


Таблица №1 «Динамика температуре при комнатной и отрицательных температурах»

В	0 мин	10 мин	20 мин	30 мин	40 мин	50 мин	60 мин
комнате							

<b>T,C</b>	27	27	27	27	27	27	27
<b>U</b>	5.32	5.39	5.49	5.60	5.65	5.77	5.83
<b>На улице</b>	0 мин	10 мин	20 мин	25 мин	30 мин	35 мин	40 мин
<b>T,C</b>	-26	-26	-26	-25	-25	-26	-26
<b>U</b>	6.01	2.269	2.491	2.29	2.35	2.5	2.5

### ВТЭ, плюсы и минусы.

Топливные элемент — это электрохимическое устройство, которое теоретически может иметь высокий коэффициент преобразования химической энергии в электрическую.

Плюсы	Минусы
Высокий КПД	Дорогие катализаторы
Экологичность	Сложное получение водорода
Быстро развивающиеся технологии	
Отличная работоспособность при долгом нахождении при отрицательных температурах	

### Прямая погрешность измерений первого эксперимента:

$Y=0,5$  - класс точности прибора

$U_{\max} = 40 \text{ В}$  - верхний предел

$U_0 = 5,83 \text{ В}$  - замеры эксперимента при комнатной температуре

$C = 0,01 \text{ В}$  - цена деления прибора

$\Delta U_{\text{пр}} = U_{\max} * Y / 100 = 0,2$  - погрешность прибора

$U = U_{\text{пр}} + C/2 = 0,2 + 0,01/2 = 0,2$  - абсолютная погрешность

$E_u = U/U_0 = 0,2/5,83 = 0,03 * 100\% = 3\%$  - относительная погрешность

### Прямая погрешность измерений второго эксперимента:

$Y=0,5$  - класс точности прибора

$U_{\max} = 40 \text{ В}$  - верхний предел

$U_0 = 2,5 \text{ В}$  - замеры эксперимента при отрицательных температурах

$C = 0,001 \text{ В}$  - цена деления прибора

$\Delta U_{\text{пр}} = U_{\max} * Y / 100 = 0,2$  - погрешность прибора

$U = U_{\text{пр}} + C/2 = 0,2 + 0,01/2 = 0,2$  - абсолютная погрешность

$E_u = U/U_0 = 0,2/2,5 = 0,08 * 100\% = 8\%$  - относительная погрешность

**Вывод:** После проведенного исследования мы пришли к выводу что при работе без нагрузки, ВТЭ в течение 1 часа может работать стабильно. Измеряли мультиметром «FLUKE».



В заключение второго эксперимента можно сказать, что ВТЭ могут работать при отрицательных температурах, но напряжение будет падать. Наиболее вероятная причина падение напряжения - это уменьшения давления в баллоне (газ сжимает при отрицательных температурах). В последующем проведем более развернутый эксперимент, в котором выясним работоспособность ВТЭ.

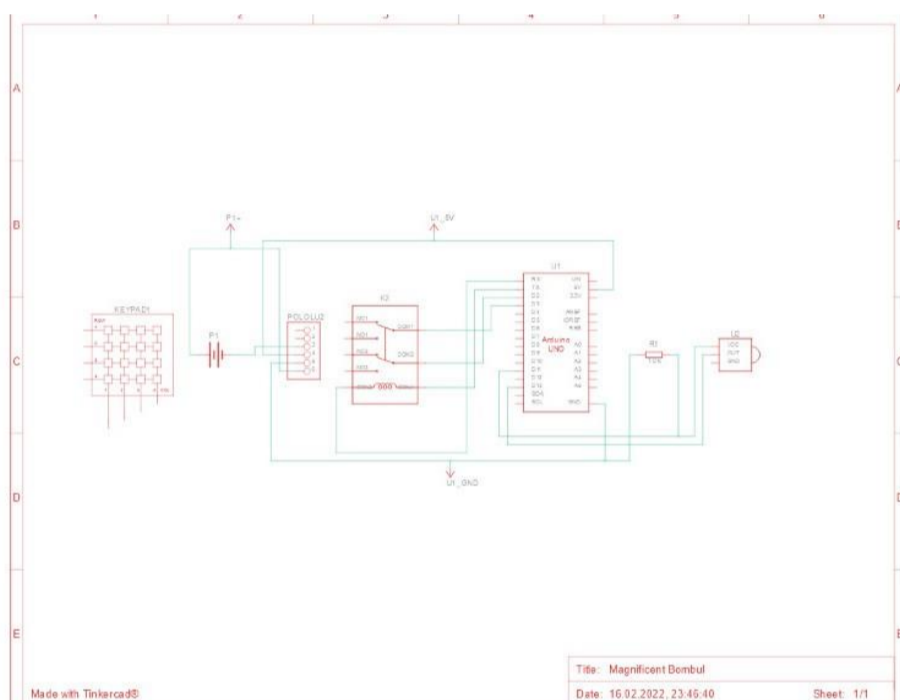
## II спринт «Прототип с нихромовой нитью»

Для решения цели пришлось прибегнуть к использованию нихромовой нити в качестве нагревающейся части, а изоляцией выступала покрытие для стола от 3-D печати и все это называлось нагревательным элементом. Решив проверить как, она может нагреваться, провели ток через нее и проверили её температуру с помощью термометра, и к нашему удивлению напряжение в 10 В нагрела нить почти до 100 С°, не считая резистора в 10 кОм. Так что изоляция и мониторинг температуры была очень кстати. Сложность представляла большое количество соединений проводов и сложный язык программирования, но это не являлось проблемой. Изоляцией было покрытие, а мониторингом температуры занимался терморезистор, который отправлял результаты на монитор порта.

**Вывод:** На теории все кажется довольно легко, а как показывает практика все наоборот. К некоторым вещам, например, как пайка проводов, знание закона Ома, программирование и, что плюс к минусу нельзя подключать, являлись для нас чем-то новым, что добавляло какое-то волнение к неизвестным на то время вещам.

**Проблемы:** Порт Arduino Uno и вообще все порты поддерживали и пропускали через себя лишь 5 В, что было недостаточно для требовательной нихромовой нити. Поверхностные знания о языке C++.

**Схема:**



## III спринт «Решение проблем прошлого спринта»

Чтобы нагревательный элемент нагревался, нужно было больше тока. Для решения этой проблемы существовал драйвер-двигателя - это радиоэлемент, который управляет проходящий через него ток и перенаправляет его в нужное место, в нашем случае это нагревательный элемент. Для соединения наших цепей была макетная плата, которая занимала много места и была не эластичной. Конечно, раньше нам приходилось немного паять, но сейчас нужно запаять все провода и соединения между собой. С пайкой мы закончили быстро без особых проблем и курьезных случаев. И пока вместо нагревательного элемента пришлось использовать маленький двигатель моторчика, чтобы просто проверять идет ли ток. В свою очередь для терморезистора прописали код, который обязан был останавливать приток электроэнергии при достижении определенной температуре, указанный в программе. Проверив еще раз все провода, мы заменили моторчик обратно на нагревательный элемент, а вместо Arduino Uno поставили Arduino Micro. Провести апробацию не получилось связи с карантином.

**Выводы:** Карантин — это плохо! В принципе код неплохой, следует подчеркнуть, что с терморезистором было не так удобно и практично использовать, чем ожидалось. Как и планировали прототип стал более мобильнее. В дальнейшем нужно продолжить работу, несмотря ни на что, даже если придется спать в день 5 часов.

**Проблемы:** Нихром оказался слишком энергожиряющим и его следует заменить на какой-то другой материал схожий с его характеристиками. И пора уже задуматься над дистанционным управлением мощности тока.

## IV спринт «Усовершенствование»

Первым делом нужно было заменить нихром на что-нибудь, выбор упал на углеродное волокно. Оно хорошо проводило ток и требовало меньше электроэнергии. Не горит, эластичное и не слишком дорогое, да, по сравнению с нихромом оно дороже. Но не слишком велика разница. Изучив сайты магазинов Якутска, в поисках углеволокна, мы не нашли ничего, пришлось заказывать его из Китая. А пока едет наш материал, можно

сосредоточиться над дистанционным управлением. Было небольшое разногласие между регулированием с помощью кнопки либо с помощью Bluetooth. Больше предпочтение отдали второму варианту, ведь программа для него не сложная и нужен лишь Bluetooth-модуль. Возникла маленькая проблема с модулем, он мог только включать и выключать. В этот момент как раз привезли углеродное волокно, которые мы изучили и попробовали включить. По теории он должен был работать от питания порта Arduino, но мы не учли сопротивления, и он выдавал вместо 5 В 3 В. Думаем, что избавимся от драйвера двигателя, мы ошибались. Это лучше, чем ничего, нихром до этого работал от двух ВТЭ, один ТЭ выдавал 5-6 В, а углеволокно нуждалось лишь в одном ТЭ. Значительная экономия считаю. На этом не останавливаемся и для регулирования температуры будем использовать семи линейное реле, 1 линия 1 уровень.



**Выводы:** Никогда нельзя делать поспешных выводов, сначала надо разобраться во всем, только тогда делать заключение. Как и ожидалось углеволокно работает также, как и в интернет-источниках. Чтобы избежать рисков необходимо было провести эксперимент с оптимальной температурой для человека,

#### Эксперименты. Зависимость углеволокна от напряжения и силы тока.

Чтобы избежать возможных курьёзных случаев во время апробации полного протипа требуется исследования официальных источник, насчет воздействия температуры и времени на кожу человека. И ещё пришлось использовать понижающий преобразователь напряжения для контроля подачи напряжения. В нашем случае его используем для понижения подачи напряжения, то есть регулируем нагрев, чтобы задать ограничение нужно отрегулировать стрелки в нем, например, подается напряжение в размере 10 В, а этот радиоэлемент преобразует его в 6 В.

Согласно исследованию, American Journal of Public Health максимальная рекомендованная температура составляет 49° С для воды.

**Таблица №2 Степень ожога в зависимости от температуры и времени воздействия, примерно. Таблица составлена для воды.**

Температура °C	Температура °F	Ожог I степени	Ожог II степени	Ожог III степени
37° C	100° F	безопасная температура		
45° C	113° F	1 час	2 часа	3 часа
47° C	116.6° F	35 мин	20 мин	45 мин
48° C	118.4° F	10 мин	15 мин	20 мин
<b>49° C</b>	<b>*120° F</b>	<b>1-2 мин</b>	<b>8 мин</b>	<b>10 мин</b>
51° C	124° F	1 мин	2 мин	4.2 мин
55° C	131° F	5 секунд	17 секунд	30 секунд
60° C	140° F	2 секунды	3 секунд	5 секунд
68° C	154° F	мгновенно	1 секунда	

Имея все необходимые данные, было решено провести 3 эксперимента с разным уровнем подачи тока и напряжения в течении 100 минут. Чтобы узнать среднюю температуру при том или ином уровне нагрева.

**Таблица №3. Температура при использовании среднего напряжения.**

t. C°	36.5	36.2	36.6	36.9	37.2	37.6	36.5	37.0	37.4	37.2
Time, мин	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100

$$V=6V \quad I=0.4A$$

Y=0,5 - класс точности прибора

$t_{\max} = 400^{\circ}\text{C}$  - верхний предел

$C = 0,01^{\circ}\text{C}$  - цена деления прибора

$\Delta t_{\text{пр}} = t_{\max} \cdot Y / 100 = 400 \cdot 0,5 / 100 = 2$  - погрешность прибора

$\Delta t = t_{\text{пр}} + C/2 = 2 + 0,01/2 = 2$  - абсолютная погрешность

$t_{\text{ср}} = t_1 + t_2 + t_3 + t_4 + t_5 + t_6 + t_7 + t_8 + t_9 + t_{10} / 10 = 36,9 + 2$  - средняя температура измерений

**Таблица №4. Температура при использовании низкого напряжения.**

t, C°	28.4	30.1	31.9	30.6	30.5	30.1	31.4	31.9	32.4	31.5
Time, мин	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100

$V = 4,5\text{В}$   $I = 0,3$

$Y = 0,5$  - класс точности прибора

$t_{\max} = 400^{\circ}\text{C}$  - верхний предел

$C = 0,01^{\circ}\text{C}$  - цена деления прибора

$\Delta t_{\text{пр}} = t_{\max} \cdot Y / 100 = 400 \cdot 0,5 / 100 = 2$  - погрешность прибора

$\Delta t = t_{\text{пр}} + C/2 = 2 + 0,01/2 = 2$  - абсолютная погрешность

$t_{\text{ср}} = t_1 + t_2 + t_3 + t_4 + t_5 + t_6 + t_7 + t_8 + t_9 + t_{10} / 10 = 31,18 + 2$  - средняя температура измерений

**Таблица №5. Температура при использовании высокого напряжения.**

t, C°	40.6	42.2	41.2	43.2	44.6	42.0	45.4	46.8	46.0	46.2
Time, мин	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100

$V = 7\text{В}$   $I = 0,5$

$Y = 0,5$  - класс точности прибора

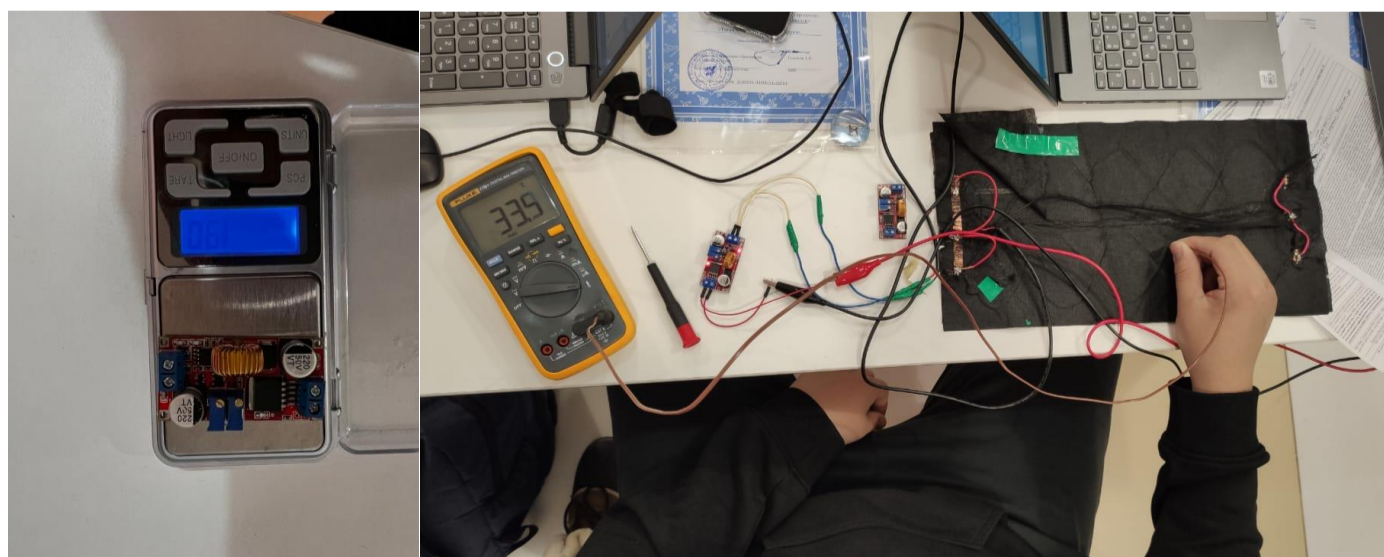
$t_{\max} = 400^{\circ}\text{C}$  - верхний предел

$C = 0,01^{\circ}\text{C}$  - цена деления прибора

$\Delta t_{\text{пр}} = t_{\max} \cdot Y / 100 = 400 \cdot 0,5 / 100 = 2$  - погрешность прибора

$\Delta t = t_{\text{пр}} + C/2 = 2 + 0,01/2 = 2$  - абсолютная погрешность

$t_{\text{ср}} = t_1 + t_2 + t_3 + t_4 + t_5 + t_6 + t_7 + t_8 + t_9 + t_{10} / 10 = 43,8 + 2$  - средняя температура измерений



**Проблема:** для полной апробации необходимы ещё больше исследований и экспериментов. На данные, которые мы сейчас имеем, полностью полагаться не рекомендуется. Нужно выявить изъяны проводки и контроля температуры.

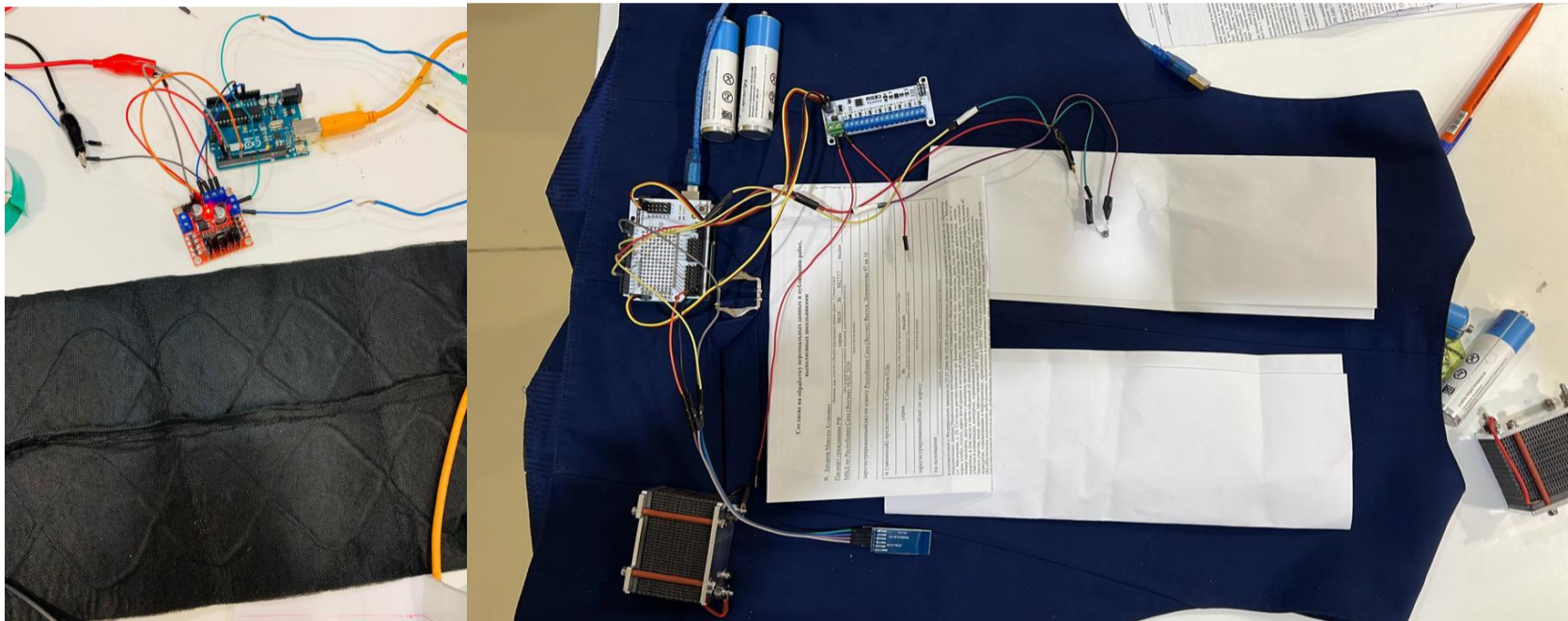
**4 этап: Апробирование/тестирование**

Для начала нужно было подсоединить провода, идущие от нагревательного элемента, к драйверу двигателя для того чтобы через него проходило электрический ток. Первое тестирование прошло безуспешно так, как провода, идущие от нагревательного элемента, замкнулись при неправильном подключении, в конечном они сгорели и их пришлось заменить, в добавок еще и припаять. Второе тестирование прошло, как и ожидали, т е, правильно соединив провода и проводя через него слабый ток, он нагревался за 1 минуту, но не слишком сильно (так должно быть).

**Проблемы:** как говорилось ранее нужно что-то делать с регулировкой, для этого нашелся N-FET Zelo-модуль. Все проблемы возникшие в ходе апробации были решены и учтены на будущее.

**Описание разработанного решения (продукта):** обогреватель на ВТЭ. Для ношения поверх верхней одежды и обогрева тела, в нашем примере куртка.

#### «Технический паспорт изделия»



На фото слева нагревательный элемент, а справа концепт прототипа.

#### **Физические свойства:**

Основа нагревательного элемента: углеродное волокно

Толщина основы: около 0,5 мм

Цвет: черный

#### **Характеристики:**

Тип: обогреватель для человеческого тела при ношении на верхнюю одежду

Область применения: верхняя одежда с рукавами

Вход: 5V2A

Вес: около 75 г

Мощность: 8,5 W

Температура хранения: +5 до +50 C°

Температура применения: -60 до 0 C°

Вес ВТЭ: 145 г

Ширина ВТЭ: 6.5 см

Толщина ВТЭ: 3.5 см

Длина ВТЭ: 5.5 см

Вес баллона: 92 г

Высота баллона: 8.5 см

Ширина: 2.5 см

**Сроки и условия хранения:** гарантия 12 месяцев. При соблюдении условий хранения: хранить в сухом месте, вдали от нагревательных приборов и попадания прямых солнечных лучей. Не подвергать контакту с высокотемпературной водой или сильными кислотными очистителями.

**Рекомендации:** выключите источник питания и прекратите использовать его, если он подвержен воздействию дождя. Строго не использовать при увлажненной одежде.

### Релевантность

Мы пользуемся такими программами, как Arduino IDE, Figma. Arduino IDE - это интегрированная среда разработки, разработанная на C++, нужна для разработки программ, предназначенных для конкретных задач. Используем её потому, что Arduino обладает широким спектром поддерживаемых плат, также предназначена для программирования всех плат ряда Arduino имеет большое количество радиоэлементов. В самой программе используется упрощенный язык C++. Бонусом выступает сайт Tinkercad для моделирования электросетей и возможность с помощью него написать код для вашей цепи.

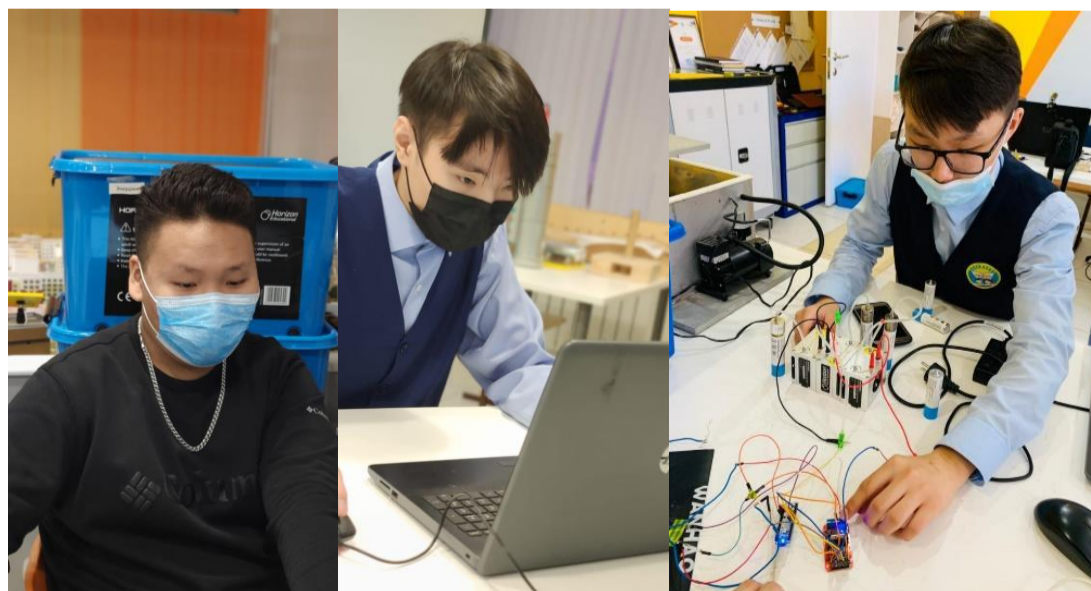
Figma - графический сервис для разработки интерфейса: сайтов, приложения, программы и т.п. Используем мы "Figma" для составления дизайнов наших презентаций, приложений. Сам сервис сложный, и интерфейс приветливый, что отличает её от других однотипных сервисов, также "Figma" позволяет делать уникальные дизайны. Наш дизайнер прекрасно владеет этим сервисом.

### Оригинальность

Мы используем водородный топливный элемент как источник питания для нагревательного элемента. Так как он намного мощнее обычных литиевых батареек, экологичен, выделяя лишь водяной пар. Обогреватель имеет возможность менять 7 уровней нагрева.

### Социальная значимость

Для многих жителей Дальнего Востока и Северной части страны, холод является обыденностью, но в последнее время зимы становятся все длиннее, суровее и их наступление бывает в тягость и не в радость. Также многие альпинисты страдают от обморожений или переохлаждений при покорении вершин, тот же Эверест является отличным примером. Наш умный обогреватель для зимней одежды (IT-куртки «Snow Man») является отличным решением проблем, связанных с выживанием при низких температурах.



### Процесс труда.

### Заключение

1. Изучили интернет-источники по данной проблеме и проанализировали каждый из них, написав выводы;
2. Анализировали существующие решения и выбрали наилучший из них и сравнили с нашим прототипом;
3. Для реализации замысла мы собрали умный обогреватель на ВТЭ, в теории оно должно иметь легкий вес, субъективно потреблять меньше электроэнергии чем существующие аналоги. Наш умный обогреватель довольно прост в эксплуатации;
4. При апробации возникли небольшие трудности, которые были в срочном порядке исправлены и будут учтены в будущем. В дальнейшем планируем развивать наш проект и участвовать на все различных конкурсных мероприятиях и грантах.

#### **Список источников:**

<https://amperka.ru/product/zelo-n-fet/>

<https://www.mi.com/ru/>

<https://34travel.me/>

[https://ru.wikipedia.org/wiki/Топливный\\_элемент](https://ru.wikipedia.org/wiki/Топливный_элемент)

[https://ru.wikipedia.org/wiki/Производство\\_водорода](https://ru.wikipedia.org/wiki/Производство_водорода)

[https://coxshop.ru/catalog/krakatau/kurtka\\_s\\_podogrevom\\_krakatau\\_qm298\\_cryogen\\_chyernyy/](https://coxshop.ru/catalog/krakatau/kurtka_s_podogrevom_krakatau_qm298_cryogen_chyernyy/)

<https://www.swatch.com/ru-ru/our-styles/mens-watches/?cgid=mens-watches&prefn1=itemColor&prefv1=Black&srule=bestseller-swatch&start=0&sz=63&flikflak=false>

<http://npm.mipt.ru/books/lab-intro/Ch1.html>

<https://dpva.ru/Guide/Engineers/HumanBeing/BurnTemperatureTimeChart/>

[https://docs.yandex.ru/docs/view?tm=1645188143&tld=ru&lang=ru&name=Termodinamika\\_teploperedacha\\_i\\_g.pdf&text](https://docs.yandex.ru/docs/view?tm=1645188143&tld=ru&lang=ru&name=Termodinamika_teploperedacha_i_g.pdf&text)

Механика. Молекулярная физика и термодинамика. Иванов С.А.

Справочник Ардуино «Инструкция Хакера».