

**РЕГИОНАЛЬНЫЙ ТРЕК  
ВСЕРОССИЙСКОГО КОНКУРСА НАУЧНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЕКТОВ «БОЛЬШИЕ ВЫЗОВЫ»  
РЕСПУБЛИКА САХА (ЯКУТИЯ)**



**БОЛЬШИЕ ВЫЗОВЫ**

ВСЕРОССИЙСКИЙ КОНКУРС  
НАУЧНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЕКТОВ

**АНАЛИЗ ХАРАКТЕРИСТИК АККУМУЛЯТОРНЫХ БАТАРЕЙ,  
ПРИМЕНЯЕМЫХ В СИСТЕМЕ ЭЛЕКТРОПИТАНИЯ  
РАДИОУПРАВЛЯЕМОГО ГИБРИДНОГО АВТОМОБИЛЯ НА  
ВОДОРОДНОМ ТОПЛИВНОМ ЭЛЕМЕНТЕ**

**Выполнил:** Баженова Н.А., ученица 10 класса СУНЦ СВФУ, г. Якутск

**Наставник:** Павлов С.Н., студент IV курса химического факультета МГУ им. Ломоносова

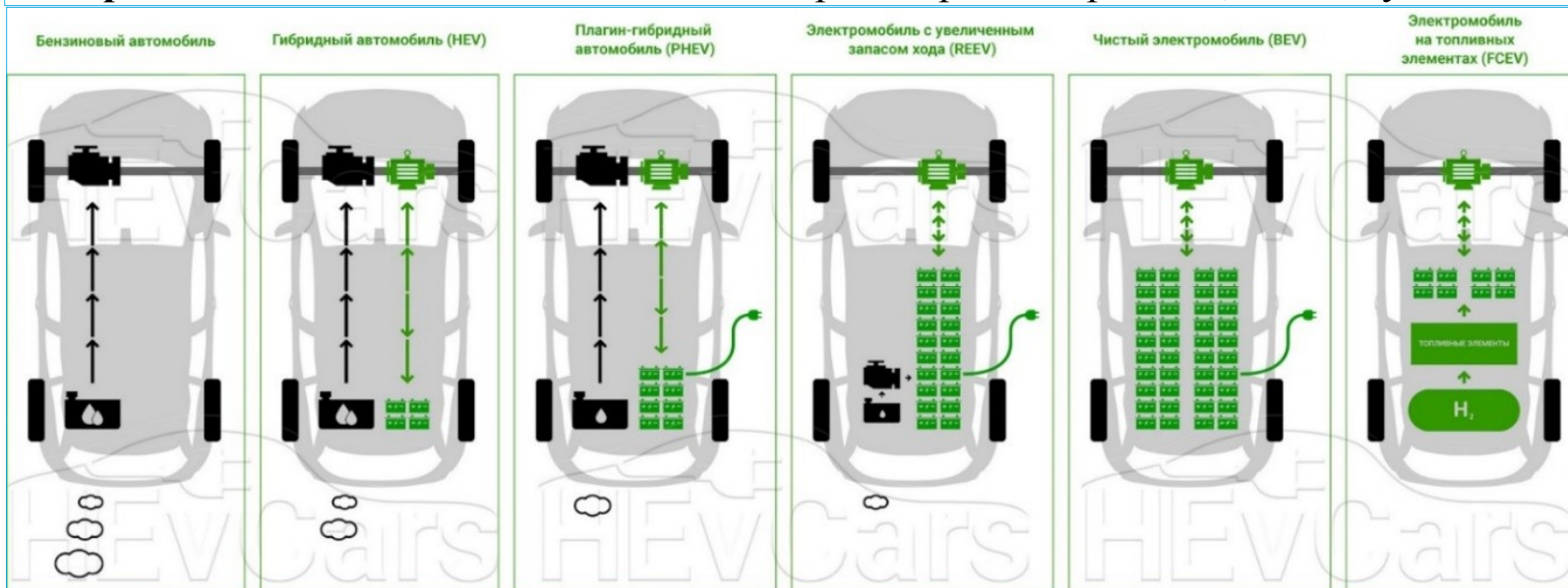
Якутск – 2021 г.

**Актуальность** Истощение углеводородных ресурсов и негативное влияние автомобильного транспорта на окружающую среду – одна из самых актуальных проблем современности. Решение этих проблем возможно при переходе на новый уровень с использованием гибридных энергосистем.



**Интересный факт:** автомобильный транспорт занимает лидирующие позиции с точки зрения ущерба, наносимого окружающей среде, это основной источник загрязнения атмосферы. На его долю приходится более 90% загрязнения воздуха, чуть меньше 50% шумового воздействия, а также около 65-68% влияния на климат <https://vtorothodi.ru/ecology/vliyanie-transporta-na-okruzhayushhuyu-sredu>

**Гибридный автомобиль** – это новый вид транспортного средства, использующий более одного источника энергии.



Гибридный автомобиль на топливных элементах Toyota Mirai.

*Информация, которая, возможно, коснется Якутию в ближайшем будущем*



2021 г. - компания «Komatsu» объявила о планах сделать ставку на водород в качестве альтернативного вида топлива для своих тяжёлых карьерных самосвалов. Экспериментальный карьерный самосвал Komatsu 930E оснащен топливным элементом и литий-ионным аккумулятором компании Anglo American. Испытания самосвала намечены на 2021 год в Южной Африке.

<https://3dnews.ru/1033174/komatsu-hochet-stat-liderom-v-proizvodstve-karernih-samosvalov-na-vodorode>

В Якутии карьерные самосвалы Komatsu на дизельном топливе используются компаниями АЛРОСА и Колмар



**Цель работы** – анализ характеристик аккумуляторных батарей и подбор оптимального источника хранения/накопления энергии для радиоуправляемой модели гибридного автомобиля с водородным топливным элементом.



**Задачи:**

- изучить основы системы энергообеспечения гибридного автомобиля;
- сравнить основные характеристики аккумуляторов для RC-моделей;
- рассчитать количество запасенной энергии в используемых источниках питания;
- рассчитать расстояние, которое сможет проехать RC-модель гибридного автомобиля на водородном топливном элементе



**Методы исследования:** анализ, синтез, сравнение, описание и анкетирование.

*При обзоре литературы были применены методы анализа и синтеза, для установления сходств и различий между типами аккумуляторных батарей для RC-моделей был использован метод сравнения, также был применен метод описания для подведения итогов и изложения результатов проделанной работы.*



**Практическая значимость** связана с привлечением школьников к инженерно-инновационным областям деятельности.

Настоящий проект включает теоретическую часть подготовительных работ к конкурсу «Первый элемент», участие на котором дает школьникам:



- теоретические знания по энергетике, электрохимии, электротехнике и электронике, а также развивает навыки:
- разработки и конструирования комплексных энергетических систем,
- успешных коммуникаций и высокую адаптивность к новым условиям,
- самостоятельного принятия решений и ответственности за результат.



**Комплект для участия в конкурсе «Первый элемент» H2AC ver.3.0 Champion**



Набор инструментов и запчастей



Мотор (80А)



Сервопривод (160Т)



Шасси (Pan Car)

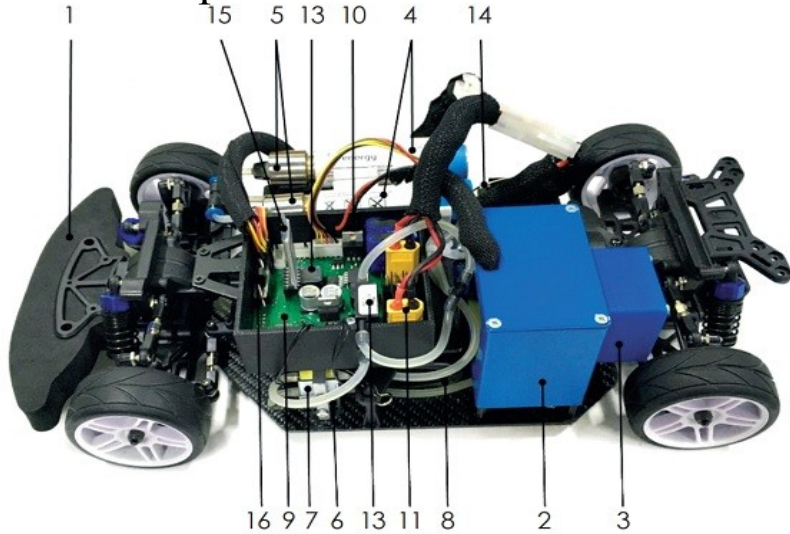


Шины (60 мм)



Модель и пульт управления

# Модель гибридного автомобиля Nimoto



1. Радиоуправляемая модель автомобиля Nimoto.
2. Батарея топливных элементов (БТЭ).
3. Вентилятор, служащий для нагнетания воздуха в сообщающиеся с атмосферой катодные каналы БТЭ для подачи кислорода воздуха и охлаждения БТЭ путем вынужденной конвекции.
4. Металлогидридные картриджи для хранения водорода (2 шт., установленные на модели).
5. Газовые (водородные) редукторы (2 шт.).
6. Клапан продувки, осуществляющий периодическую кратковременную продувку анодной области (водородного тракта) БТЭ.
7. Запорный клапан, открывающий или закрывающий поступление водорода к БТЭ.
8. Ni-MH аккумулятор, являющийся буферным накопителем электрической энергии БТЭ.
9. Плата управления гибридной системой.
10. Разъём для подключения БТЭ.
11. Разъём для подключения аккумулятора.
12. Расходомер, регистрирующий расход водорода, поступающего в БТЭ.
13. Датчик давления, контролирующий давление водорода, подаваемого к БТЭ.
14. Блок приёмной антенны (для связи модели с дистанционным пультом управления).
15. Bluetooth-коннектор (для связи с моделью по Bluetooth).

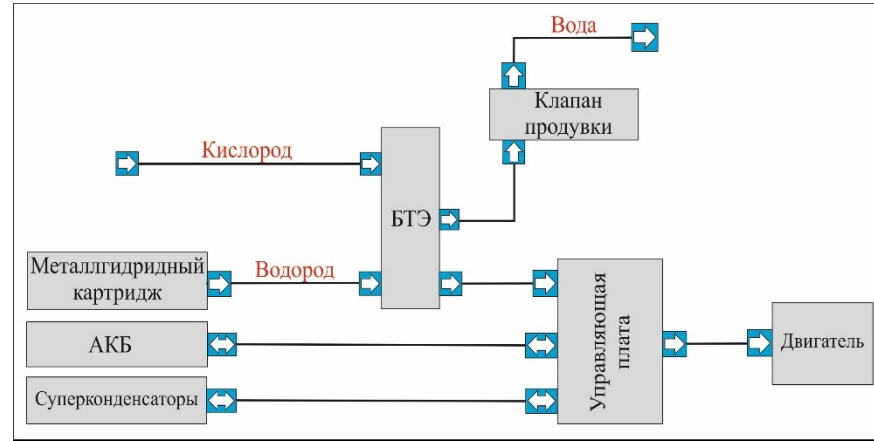
# ПРАКТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ



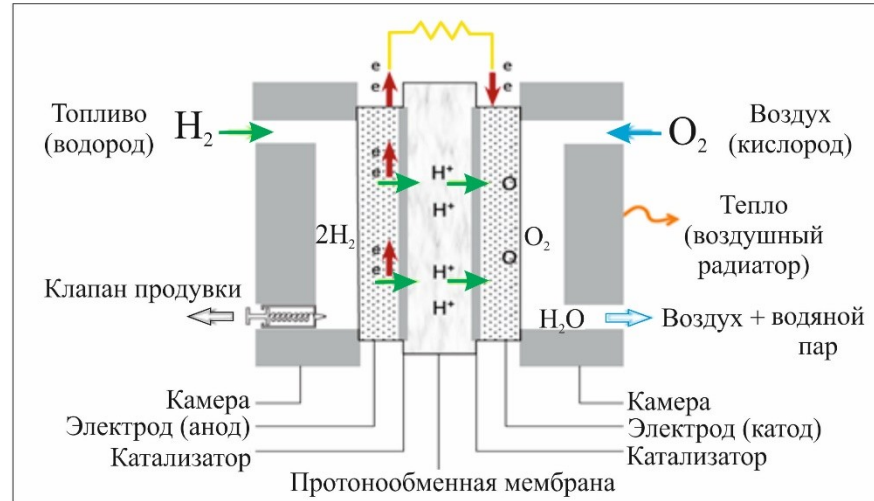
Водородные картриджи.



NiMH аккумулятор.



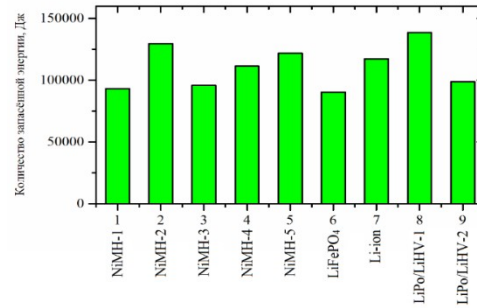
Блок-схема системы энергообеспечения модели гибридного автомобиля.



Принцип работы водородного топливного элемента.

## ПЛАН

- 1) Изучение видов АКБ
- 2) Сравнение характеристик аккумуляторов для RC-моделей
- 3) Проведение расчетов
- 4) Выбор оптимального варианта АКБ
- 5) Проведение анкетирования



## ПРАКТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

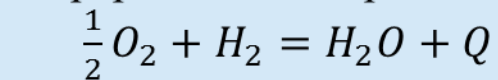
Типы АКБ	Количество запасенной энергии, (Дж)		Общее количество энергии, запасенной в аккумуляторе и двух картриджах, $E_{\text{зап}}$ (Дж)
	в аккумуляторной батарее	в двух металлгидридных картриджах с водородом	
NiMH-1	93 312	96 000	189 312
NiMH-2	129 600	96 000	225 600
NiMH-3	95 904	96 000	191 904
NiMH-4	111 456	96 000	207 456
NiMH-5	121 824	96 000	217 524
LiFePO <sub>4</sub>	90 288	96 000	186 288
Li-ion	117 216	96 000	213 216
LiPo/LiHV-1	138 528	96 000	234 528
LiPo/LiHV-2	98 568	96 000	194 568

## Сравнительная характеристика АКБ

Характеристики	Типы аккумуляторных батарей								
	NiMH-1	NiMH-2	NiMH-3	NiMH-4	NiMH-5	LiFePO <sub>4</sub>	Li-ion	Li-Po/ LiHV-1	Li-Po/ LiHV-2
Напряжение на элементе, В	7,2	7,2	7,2	7,2	7,2	6,6	7,4	7,4	7,4
Емкость, мА·ч	3600	5000	3700	4300	4700	3800	4400	5200	3700
Энергетическая плотность, Вт/кг	60-120	60-120	60-120	60-120	60-120	110	370	100 - 130	100 - 130
Число циклов заряд/разряд до снижения емкости на 80%	500-1000	500-1000	500-1000	500-1000	500-1000	1000-2000	500 - 700	300 - 500	300 - 500
Время быстрого заряда, ч	2,5	2,5	3	2	3	12	3	2 - 4	2 - 4
Диапазон рабочих температур, °C	-20...55	-20...55	-20...60	-20...55	-20...60	-20...55	-20...55	0 - 60	0 - 60
Начало производства, г	2011	2008	2016	2017	2016	2016	2016	2009	1999
Бренд	Remo Hobby	GENSACE	Team ORION	HPI	Team ORION	Team ORION	RealBuy	Vant Battery	Fullymax
Масса, г	320	427	395	402	395	272	150	265	192
Цена, руб.	2150	1809	2850	3009	4200	4385	1717	2151	3734
Фотография									

## Использованные формулы

- Оценка энергии, хранящейся в металлгидридном картридже с водородом:



Количество запасенной энергии:  $W = E \times U$

Время работы модели от аккумулятора и двух водородных картриджей:

$$t = \frac{W \cdot \eta}{P}$$

Число кругов:  $N = \frac{S}{l}$

Куценко Я.В., Юдинцева Е.Н., Ларькин А.В. Учебно-методический набор «Система практического изучения топливного элемента. Модель гибридного автомобиля с Bluetooth-управлением». Методическое пособие / Я.В. Куценко, Е.Н. Юдинцева, А.В. Ларькин. – М.: Инэнэрджи, 2020. – 48 с.

*БТЭ работает только тогда, когда напряжение аккумулятора с учётом его внутреннего сопротивления составляет менее 7,5 В.*

## Наш выбор

### АККУМУЛЯТОР NIMH GENSACE 7.2V 5000MAH (TAMIYA)

#### Характеристики:

- Длина (мм): 136
- Ширина (мм): 46
- Высота (мм): 23
- Емкость (mAh): 5000
- Разъем аккумулятора: Tamiya
- Напряжение аккумулятора: 7.2V
- Тип аккумулятора: Ni-Mh



Выбор обусловлен лучшим соотношением цена-ёмкость.

У данного АККУМУЛЯТОРА:

- ✓ отсутствует эффект памяти,
- ✓ способен выдержать довольно большое количество циклов заряда-разряда,
- ✓ обеспечивает солидное время автономного функционирования RC-модели.
- ✓ отличается от других рассмотренных АКБ дешевизной, доступностью и экологичностью.

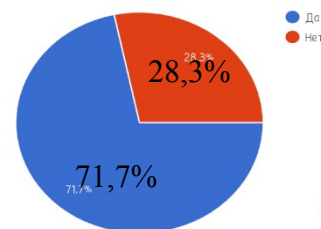
По теоретическим расчетам наша Модель могла бы проехать около 267 км за 6 часов (2181 круг).

**Полученные расчёты являются приблизительными, т.к. не учтены траты энергии на трение о трассу, сопротивление деталей, нагрев элементов Модели и прочие параметры.**

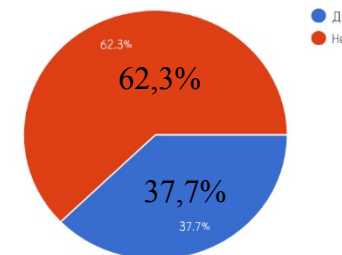
## ПРАКТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

### РЕЗУЛЬТАТЫ ОПРОСА

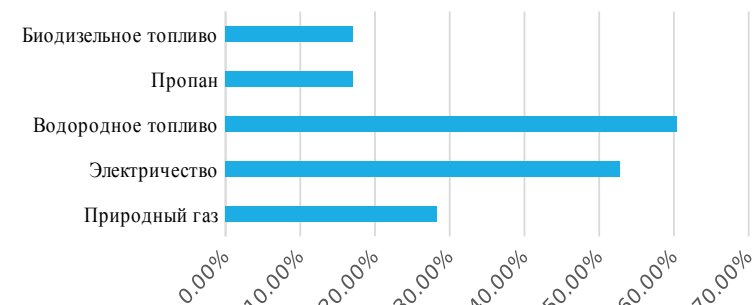
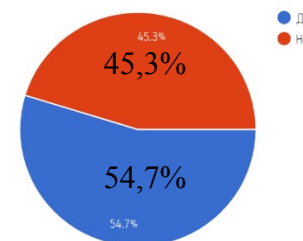
Верите ли вы, что в скором времени мы перейдем на альтер...вные виды топлива?  
53&nbsp;ответа



Знаете ли вы о конкурсе "Первый элемент" ?  
53&nbsp;ответа



Хотели бы вы участвовать?  
53&nbsp;ответа



Какой по вашему мнению вид альтернативного топлива будет наиболее эффективным?  
(можно выбрать несколько ответов)

## ВЫВОДЫ

- ✓ В результате проделанной работы мы пришли к выводу, что выбор оптимального источника энергии зависит не только от технических характеристик элемента, но и от безопасности, доступности, экономичности и экологичности.
- ✓ Сделаны расчеты количества запасённой энергии, рассчитано расстояние, которое сможет проехать наша Модель гибридного автомобиля на водородном топливном элементе.
- ✓ Результаты анкетирования показали, что большинство опрошенных хотели бы участвовать в конкурсе «Первый элемент».



СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!