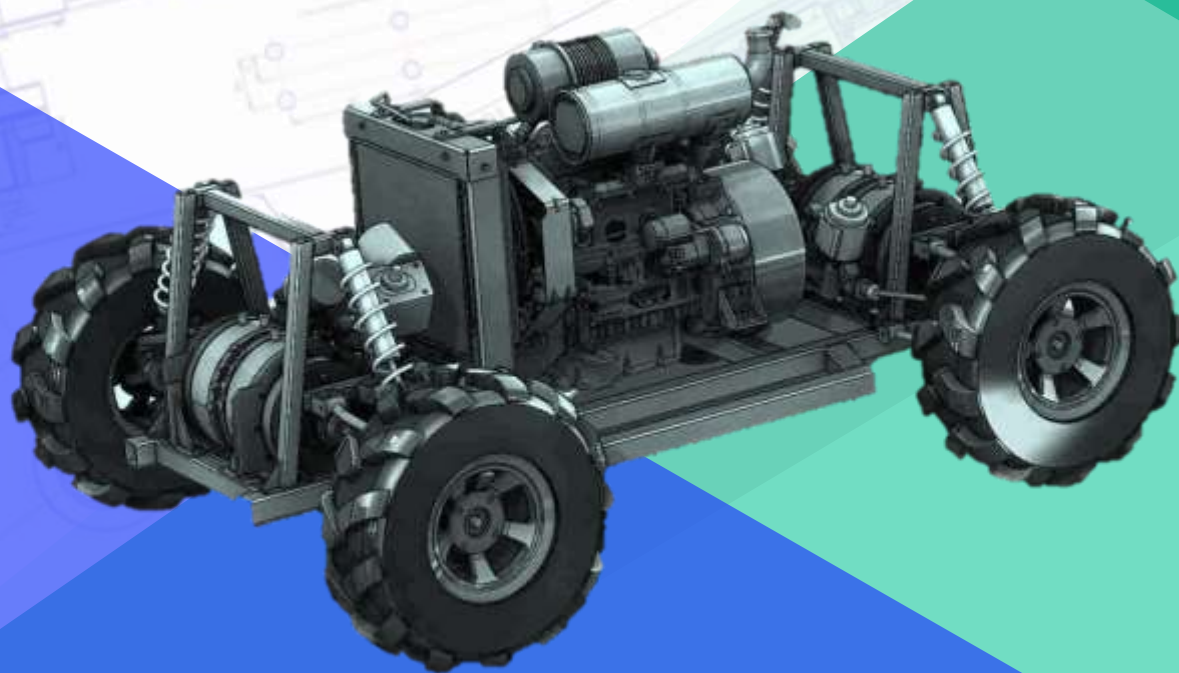


# Мехатроника транспорта



# Направления деятельности



Тяговые  
электро-  
двигатели и  
генераторы

Электро-  
трансмиссия

Поворотные  
трансформаторы  
и  
редуктосины

Двигатели  
лифтовых  
лебедок

Привода  
манипуляторов  
и  
актуаторов

Блоки  
управления и  
программное  
обеспечение  
к ним



Разработка и выпуск  
конструкторской  
документации

- 3D модели
- Чертежи
- Программное обеспечение (ПО)
- Электромагнитные расчеты
- Тепловые расчеты

Производство макетов  
и опытных образцов

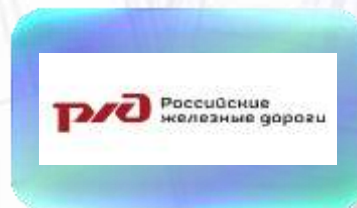
Испытания

- Разработка методики испытаний
- Создание испытательных стендов
- Испытания. Сравнение с мат. моделью. Выпуск отчётов

Выпуск серийных изделий



# Заказчики



# Заказчики



**ГУРИЗОНТ**  
Мульти-промышленное оборудование

Совместная разработка  
стартер-генераторов, тяговых  
двигателей, тяговых  
генераторов для ж/д  
транспорта. Производство  
джойстиков УВК35У1 для  
локомотивов



**РЖД** Российские  
железные дороги

Стартер-генераторы  
ЭМСГ-450 (16 шт) для  
маневровых тепловозов  
ТГ16М



**ИРЗ**

Генератор, мотор-  
редукторы и актуаторы  
роботизированной  
платформы 8x8



**НПО автоматики**  
ав. Вильямса 14 А, Саранск

Совместная разработка  
тяговых генераторов,  
лифтовых лебедок,  
стартер-генераторов



**ДАМИ**

Разработка электрической  
машины для гибридного  
автомобиля 28 Квт



**НИИП**

Электродвигатели  
для привода  
микрокомпрессора  
MP20-15 (110 шт.)



# Заказчики



Генератор 35кВт и 4 мотор-редуктора телеуправляемого шасси 4x4; Привод опорно-поворотное устройство РЛС



Генератор и мотор-колеса для бронетранспортера 8x8 (НИР Крымск)



Поворотные трансформаторы ПТ-075 (120 шт. в год)



Генераторы 83кВт и мотор-редукторы телеуправляемого шасси 4x4; Привода манипуляторов



роботизированной руки 980 Нм, 2880 Нм, 5120 Нм



Модуль электрогенерации 200 кВт, 3000 об/мин с паротурбинной установкой



Лифтовые двигатели грузоподъемность 630 кг, скорость кабины 2 м/с



Электропривод камеры беспилотника



Стартер-генераторы СГ-28 (5 шт. на 2017 г.)



для танкового двигателя 12ТВ373Ч

# Продукция



## 1. Генератор и мотор-колеса для бронетранспортера 8x8 (НИР Крымск)



- 1 генератор  $P_{\text{ном}} = 500 \text{ кВт}$ ,  $n = 2500 \text{ об/мин}$
- 8 электродвигателей мотор-колёс  $P_{\text{ном}} = 50 \text{ кВт}$ ,  $M_{\text{max}} = 2500 \text{ Н}\cdot\text{м}$ ,  $n = 2150 \text{ об/мин}$
- В каждом мотор-колесе встроенный редуктор  $K_{\text{ред}} = 5$
- 1 электродвигатель вентилятора системы охлаждения  $P = 22 \text{ кВт}$ ,  $n = 3500 \text{ об/мин}$



## 2. Шасси 4x4 с электротрансмиссией на базе Урал 43206



- ✓ Скорость до 42 км/ч
- ✓ Тяговое усилие до 52 кН
- ✓ Габариты 7725×2500×1500мм
- ✓ Диаметр колёс 1096 мм

- ❑ 2 вентильных двигателя  $P_{ном} = 130 \text{ кВт}$ ,  $I_{\phi} = 650 \text{ А}$ ,  $M_{max} = 2100 \text{ Н·м}$ ,  $n = 1800 \text{ об/мин}$ ,
- ❑ 2 блока управления (преобразователя) с программным обеспечением
- ❑ Блок аккумуляторов 74 кВт·ч,  $U_{dc} = 370 \text{ В}$
- ❑ Актуаторы для поворота передних колес и привода тормозов
- ❑ 2 штатных моста передаточное отношение 6,77

## 3. Роботизированная платформа 4x4

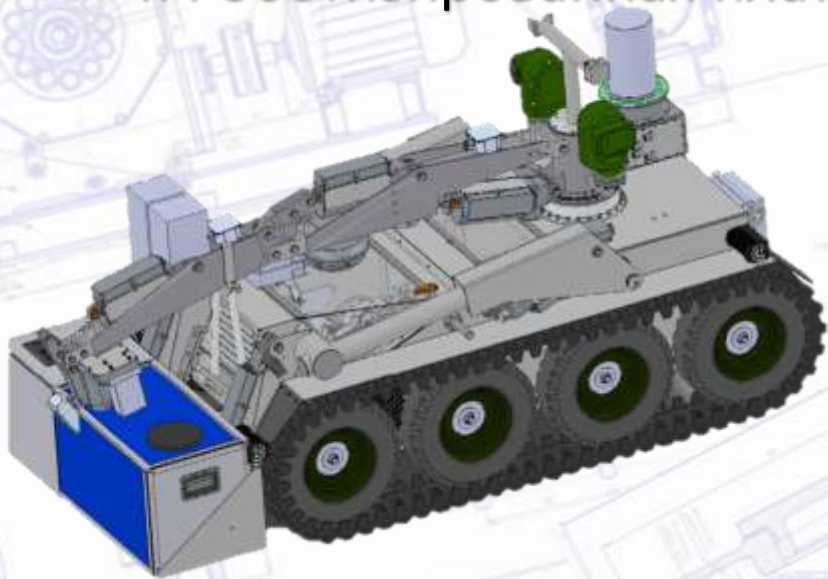
- ❑ 1 генератор – безопорный мощностью 35 кВт
- ❑ 1 дизель Yanmar 4TNU88
- ❑ 1 блок управления генератором (преобразователь AC/DC) с ПО
- ❑ 4 мотор-редуктора приводящие в движение колёса  $M_{\max}=800$  Нм,  $n_{\max}=400$  об/мин
- ❑ 4 блока управления мотор-редукторами (преобразователи DC/AC) с ПО
- ❑ 1 батарея 16 кВт·ч 400 В LiFePO<sub>4</sub>

- ✓ Скорость до 47 км/ч
- ✓ Тяговое усилие до 10200 Н
- ✓ Габариты 1500×2000×1600 мм
- ✓ Масса 2100 кг
- ✓ Диаметр колёс 625 мм





## 4. Роботизированная платформа 8×8



- ✓ Скорость до 5 км/ч
- ✓ Тяговое усилие до 6700 Н
- ✓ Габариты 2200×1156×668мм
- ✓ Масса 1200 кг
- ✓ Диаметр колёс 475 мм

- ❑ 1 генератор – одноопорный мощностью 8,5 кВт
- ❑ 1 дизель – одноцилиндровый 8,5 кВт
- ❑ 8 мотор-редукторов приводящие в движение колёса  $M_{\max}=800$  Нм,  $n_{\max}=400$  об/мин
- ❑ 8 блоков управления мотор-редукторами (преобразователей DC/AC) с ПО
- ❑ 1 батарея 10 кВт·ч 400 В LiFePO<sub>4</sub>
- ❑ 16 актуаторов с преобразователями для привода инструментов робота

## 5. Элементы роботизированной платформы 8x8



Мотор-редуктор

$$M_{\text{ном}} = 3 \text{ Н}\cdot\text{м}$$

$$M_{\text{max}} = 13 \text{ Н}\cdot\text{м}$$

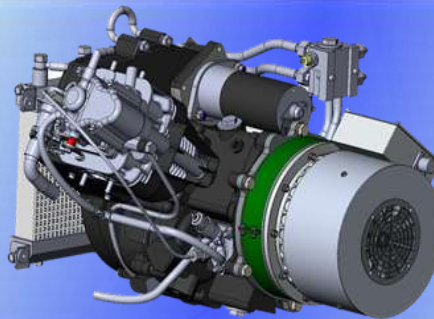
$$n_{\text{ном}} = 1500 \text{ об/мин}$$

$$n_{\text{max}} = 2000 \text{ об/мин}$$

$$U_{\text{dc}} = 400 \text{ В}$$

$$I_{\phi \text{ ном}} = 8,5 \text{ А}$$

$$\text{Коэф. редукции} = 26:1$$



ДГУ 8,5 кВт

$$P_{\text{ном}} = 8,5 \text{ кВт}$$

$$n = 1000\text{-}3000 \text{ об/мин}$$

$$U_{\text{dc}} = 400 \text{ В}$$

$$I_{\phi \text{ ном}} = 20 \text{ А}$$

Одноопорный



Привод актуатора

$$M_{\text{ном}} = 5 \text{ Н}\cdot\text{м}$$

$$P_{\text{ном}} = 100 \text{ Вт}$$

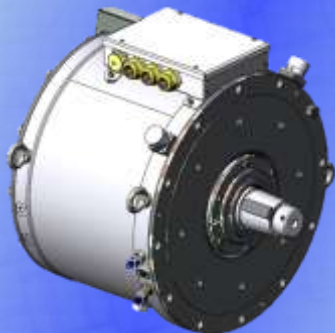
$$n = 0\text{..}1500 \text{ об/мин}$$

$$U_{\text{dc}} = 12 \text{ В}$$

$$I_{\phi} = 10 \text{ А}$$



## 6.1. Тяговые генераторы с постоянными магнитами



ЭМСГ450-200

$P_{\text{ном}} = 200 \text{ кВт}$

$P_{\text{max}} = 280 \text{ кВт}$

$n_{\text{ном}} = 1800 \text{ об/мин}$

$I_{\phi \text{ ном}} = 400 \text{ А}$

$U_{\text{ном}} = 460 \text{ В} (U_{\text{dc}}=650 \text{ В})$

Двухпорный



МЭГ-500

$P_{\text{ном}} = 350 \text{ кВт}$

$P_{\text{max}} = 500 \text{ кВт}$

$n_{\text{ном}} = 2000 \text{ об/мин}$

$I_{\phi \text{ ном}} = 470 \text{ А}$

$U_{\text{ном}} = 460 \text{ В} (U_{\text{dc}}=650 \text{ В})$

Двухпорный



ГПЧ-200

$P_{\text{ном}} = 67...200 \text{ кВт}$

$n = 1000...3000 \text{ об/мин}$

$I_{\phi \text{ ном}} = 320 \text{ А}$

$U_{\text{ном}} = 460 \text{ В} (U_{\text{dc}}=650 \text{ В})$

Двухпорный

## 6.2. Тяговые Генераторы с регулируемым возбуждением



### ТГРВ-800

$P_{\text{ном}} = 180 \dots 800 \text{ кВт};$

$n_{\text{ном}} = 800 \dots 1800 \text{ об/мин};$

$I_{\text{ф длит}} = 436 \dots 1185 \text{ А};$

$U_{\text{лин}} = 195 \dots 530 \text{ В};$

Длина 1489 мм;

Высота 1392 мм;

Ширина 1440 мм;

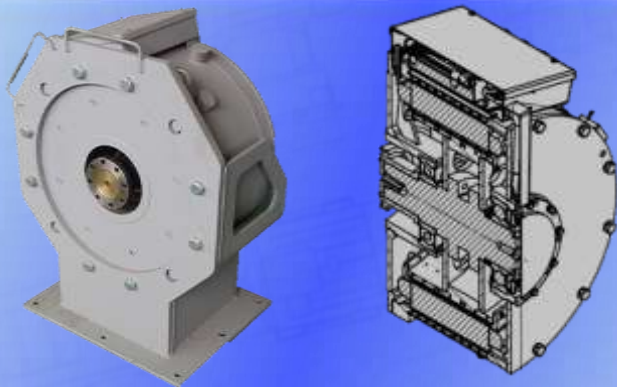
Масса 4300 кг;

Двухпорный;

Возбуждение - независимое



## 7. Стартер-генераторы



ЭМСГ-450

$$M_{\max} = 2600 \text{ Н}\cdot\text{м}$$

$$P_{\text{ном}} = 50 \text{ кВт}$$

$$I_{\phi \max} = 650 \text{ А}$$

$$n_{\text{ном}} = 520 \dots 1500 \text{ об/мин}$$

$$U_{\text{ном}} = 460 \text{ В} (U_{\text{dc}} = 650 \text{ В})$$

Двухпорный



СГ-28

$$M_{\max} = 1300 \text{ Н}\cdot\text{м}$$

$$P_{\text{ном}} = 28 \text{ кВт}$$

$$I_{\phi \max} = 1600 \text{ А}$$

$$n_{\text{ном}} = 1000 \dots 2600 \text{ об/мин}$$

$$U_{\text{ном}} = 19,8 \text{ В} (U_{\text{dc}} = 19,8 \text{ В})$$

Безопорный (ротор заменяет маховик дизеля)

## 8. Электродвигатели



Привод опорно-поворотного  
устройства РЛС

$$M_{\text{nom}} = 700 \text{ Н}\cdot\text{м}$$

$$M_{\text{max}} = 1200 \text{ Н}\cdot\text{м}$$

$$n_{\text{nom}} = 30 \text{ об/мин}$$

Погрешность наведения  $\pm 3$  геом мин

$$I_{\phi \text{ nom}} = 139 \text{ А}$$

$$U_{\text{dc}} = 24 \text{ В}$$

Диаметр 955 мм

Длина 370 мм

Масса 520 кг



ДБЛ-480 (двигатель лифтовой  
лебёдки)

$$M_{\text{nom}} = 560 \text{ Н}\cdot\text{м}$$

$$M_{\text{max}} = 1200 \text{ Н}\cdot\text{м}$$

$$n_{\text{nom}} = 60 \text{ об/мин}$$

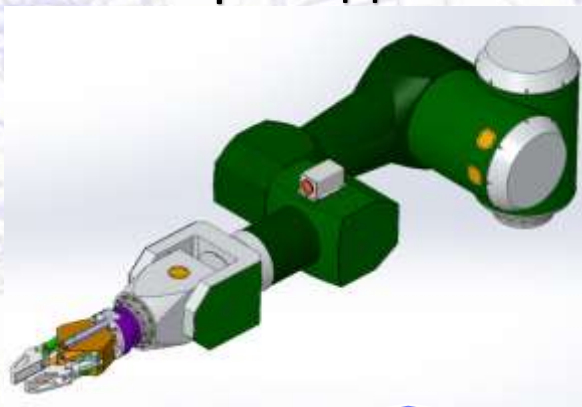
$$I_{\phi \text{ nom}} = 9 \text{ А}$$

$$U_{\text{dc}} = 540 \text{ В}$$

Грузоподъемность 400 кг



## 9. Привода манипуляторов



Роботизированная рука манипулятор с 3-мя суставами



Мотор-редуктора 1-го, 2-го и 3-го суставов манипулятора



Мотор-редуктора 3-го, сустава с преобразователем



Мотор-редуктора 1-го и 3-го суставов манипулятора

### Мотор-редуктора руки манипулятора

1-ый сустав:

$$M_{\max} = 5120 \text{ Н}\cdot\text{м};$$

$$M_{\text{длит}} = 1520 \text{ Н}\cdot\text{м}$$

$$n_{\text{ном}} = 9,5 \text{ об/мин}$$

2-ой сустав:

$$M_{\max} = 2880 \text{ Н}\cdot\text{м};$$

$$M_{\text{длит}} = 960 \text{ Н}\cdot\text{м}$$

$$n_{\text{ном}} = 9,5 \text{ об/мин}$$

3-ий сустав:

$$M_{\max} = 960 \text{ Н}\cdot\text{м};$$

$$M_{\text{длит}} = 192 \text{ Н}\cdot\text{м}$$

$$n_{\text{ном}} = 11,25 \text{ об/мин}$$

Датчики угла –  
оптические энкодеры

## 10. Блоки управления генераторами и электродвигателями



Блоки управления СГ-28, ОПУ и мотор-редуктором 3 Н·м

1.  $U_{\text{лог}} = 5 \dots 24 \text{ В}$
2.  $U_{\text{сил.}} = 24 \dots 600 \text{ В}$
3.  $I_{\text{вых}} = \text{до } 1000 \text{ А}$
4. Интерфейс обмена информацией с системой управления : CAN, RS-485.
5. По каналам обмена производится передача команд от системы управления и текущих параметров электроприводов (ток, угол, скорость и т.д.).
6. ПО обеспечивает трехконтурную систему подчиненного регулирования с контурами тока, скорости, угла.
7. Определение параметров регуляторов в контурах для обеспечения динамических и точностных параметров производится потребителем.



## 11. Датчики угла



### Редуктосины ДПР-153/ДПР-158

Погрешность  $\pm 3/\pm 6$  геом. мин

Радиальный воздушный зазор 2 мм

Радиальное смещение до 1 мм

$I_{\text{пит}} = 140/32$  мА

$K_{\text{тр}} = 0,3/0,5$

$f_{\text{пит}} = 1/6$  кГц

Диаметр 153/158 мм

Высота 20/20 мм



### Поворотный трансформатор ПТ-075

Погрешность 35 геом. сек.

Радиальный зазор 0,5 мм

$U_{\text{пит}} = 15$  В

$I_{\text{пит}} = 88$  мА

$K_{\text{тр}} = 0,16$

$f_{\text{пит}} = 1$  кГц

Диаметр 80 мм

Высота 18 мм

## 12. Микрокомпрессор MP20-15 и приводной двигатель ДГЯ-40



MP20-15

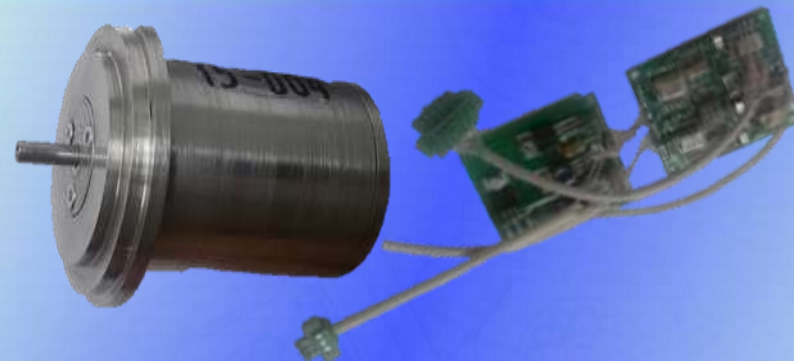
Перепад давления между всасывающим и нагнетательным патрубками  $14,7 \pm 0,3$  кПа

Объемная производительность 20 л/мин

Длина 275 мм

Ширина 160 мм

Высота 140 мм



ДГЯ-40 (привод MP20-15) с блоком управления

$P_{\text{nom}} = 30$  Вт

$I_{\text{nom}} = 1,1$  А

$I_{\text{max}} = 3$  А

$n_{\text{nom}} = 7500$  об/мин

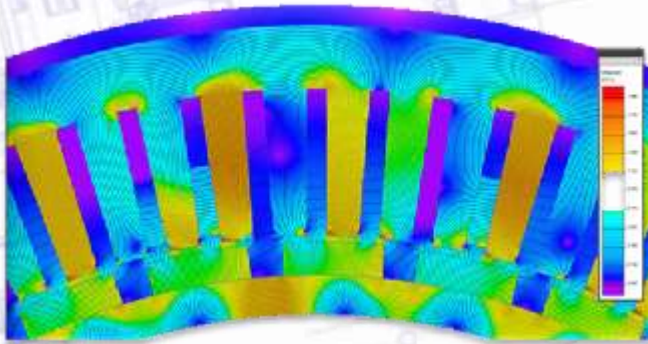
$U_{\text{dc}} = 27$  В



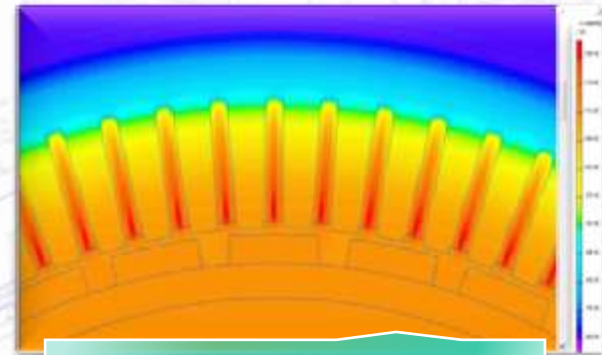
# Разработка и выпуск



# конструкторской документации



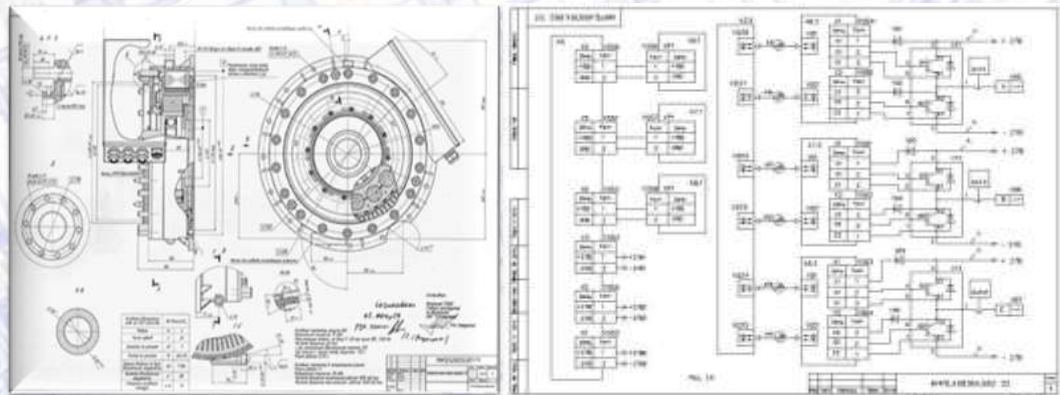
Электромагнитные расчеты



Тепловые расчеты

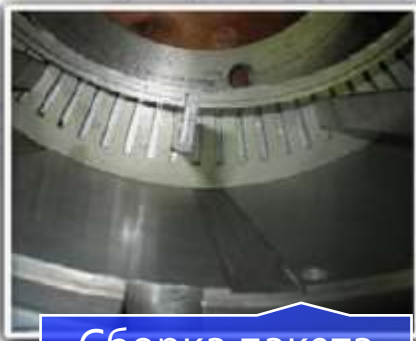


3D модели



Полный комплект КД

# Производство макетов и опытных образцов



Сборка пакета статора



Пакет статора в сборе



Укладка обмотки статора



Установка магнитов ротора



Готовый ротор



Процесс сборки электродвигателя



# Испытания



## 1. Испытательные стенды



Для испытаний  
электрических машин  
до 50 кВт



Для испытаний  
генераторов до 450 кВт



Для испытаний  
лифтовых лебедок

## 2. Результаты испытаний

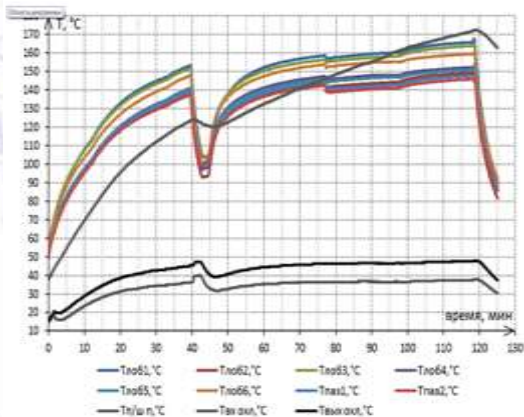


График температуры

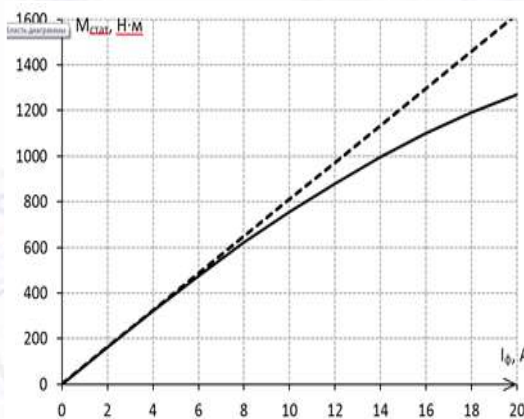
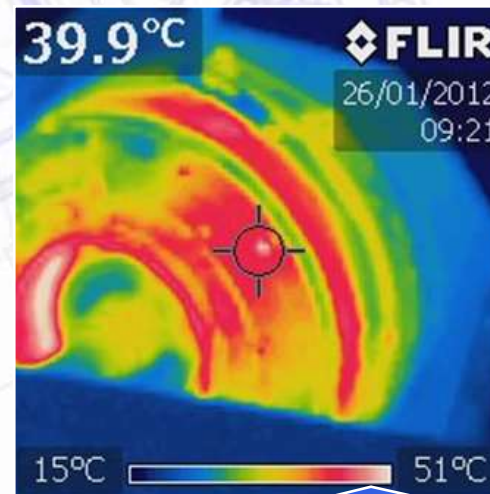


График момента от тока



Температура на корпусе электродвигателя



# Выпуск серийных изделий



# История компании



История развития НАО «МТ» начинается с истории развития «НПО электро-механики» г.Миасс (<http://nproe.ru>).

АО НПО электромеханики (НПОЭ) - одно из ведущих предприятий в области разработки и производства гироскопических приборов для систем управления ракетно-космической техники различного назначения

Основные направления деятельности НПОЭ:

- ❑ **НИОКР по разработке, экспериментальной отработке и изготовлению опытных образцов** гироскопических приборов и систем для ракетно-космической, авиационной, судостроительной и других видов техники военного и двойного назначения
- ❑ **Серийное производство** гироскопических приборов и систем для ракетно-космической, авиационной, судостроительной и других видов техники военного и двойного назначения, **проведение авторского и гарантийного надзора**
- ❑ **НИОКР по разработке, экспериментальной отработке, изготовлению опытных образцов и серийному производству продукции приборостроения для других отраслей науки и промышленности**



# История компании



Основные виды деятельности МТ взяты как в НПОЭ, но направление изменено с гироскопического на «электротягу» транспорта. Переход направления был осуществлен группой разработчиков НПОЭ, сокращенных по конверсии. Развитие тематической направленности МТ представлено ниже:

1981 год на НПОЭ организован комплексный отдел микроэлектроники. В это время в отделе 106 НПОЭ создан уникальный научно-технический задел в области электропривода постоянного тока (вентильный привод (бесконтактный привод)), что вскоре нашло заслуженное признание в гироскопической отрасли страны

Так в гироскопах вместо асинхронных и гистерезисных электродвигателей начали применять вентильные электродвигатели с постоянными магнитами. Различные конструктивные исполнения электродвигателей в сочетании с преобразователями частоты и простейшими по тем временам системами управления в микросборочном исполнении дополняют успехи НПОЭ в гироскопии

В системах стабилизации платформ вместо асинхронных электродвигателей с редукторами и моментных коллекторных внедряются вентильные электродвигатели с постоянными магнитами из сплава  $\text{SmCo}_5$

# История компании



В рамках тематических НИОКР в отделе 106 НПОЭ ведутся работы:

- ❑ Поиск оптимальных конструкций электродвигателей с постоянными магнитами и датчиков (ДПР, ДУ, ПТ, редуктосинов и т.д.) с привлечением ведущих вузов (МЭИ, МАИ, ЧПИ, РРТИ и т.д.). Развиваются технологии механической обработки, намагничивания и контроля магнитов. Так в 1987 году в начавшихся летных испытаниях блока датчиков угловой скорости системы «Энергия – Буран», применена бестокоподводная схема вращения ротора гироскопа, в которой на основе учета топологии магнитного поля магнита ротора, вектор момента вращения гироскопа с большой точностью совмещен с моментом инерции гироскопа. Можно считать, что с 1978 года начинается развитие устройств в гироскопии, названных позднее **мехатронными**, в которых объединяются привод, исполнительные и передаточные элементы в том числе элементы точной механики, управление



# История компании



- ❑ Совершенствование алгоритмов управления электродвигателями и схем их преобразователей частоты. Начинают применяться микропроцессорные схемы и схемы программируемых логических интегральных схем, обеспечивающих минимизацию схем жесткой логики. Совершенствуются системы диагностики и контроля, обмена информации и др
- ❑ Создание чувствительных элементов на основе шаровых магнитов, вращающихся в жидкости на малых скоростях (гидродинамическая опора) и газовых на скоростях до 1 млн об/мин с диаметром шара 0,45 мм (газодинамическая опора). Как и в датчиках угловой скорости решалась задача совмещения момента от обмоток, расположенных на корпусе, с моментом инерции шара с большой точностью. Выполнение этой задачи обеспечивало минимальные тяжения свободно вращающегося шара или его приведение в заданную плоскость при создании требуемых тяжений
- ❑ Создание резервированных схем преобразователей частоты и схем резерва электромеханической части вентильного привода

# История компании



С 1982 по 1992 год предприятие ВПК НПОЭ, разрабатывает и внедряет ТНП. В этот период осваиваются:

- ❑ Шаговый двигатель ПБМГ 200-265 привода головок дискового накопителя. Ротор двигателя – кольцевой магнит из сплава  $\text{SmCo}_5$ . Угол поворота  $1,8^\circ$  с точностью 10 угловых минут
- ❑ Вентильно-индукторные электродвигатели прямоприводной трехмоторной лентопротяжки для магнитофонов «Романтика» - ПО Монолит г. Харьков и «Рифей» - НПОЭ
- ❑ Вентильный привод оптического накопителя с гидродинамической опорой. Гидродинамическая опора с шевронными канавками была разработана и изготовлена на микроэлектронном производстве НПОЭ. Испытания подтвердили ресурс электродвигателя и опоры 50 тыс. часов



# История компании



С 1992 года при НПОЭ начинает работать ЦМИИ Этиком, переименованный в ЗАО Этиком. В Этикоме продолжают работы по разработке вентильных электродвигателей с постоянными магнитами. Разработка, изготовление опытных образцов, испытания, серийное изготовление: бормашины, микромоторы, приводы вакуумных печей, двигатель лифтовой лебедки, привод дверей трамвая, тяговый электродвигатель электромобиля ВАЗ, 2-х моторный привод винтового компрессора УЭК. С 2006 года ЗАО Этиком реформируется в ООО МЭЛС и начинает работать по тематике НПО автоматики и ООО Горизонт г. Екатеринбург по упрощенному налогообложению без НДС

С 11.03.2012 года для совместных работ по электротяге на ЖД транспорте создается малое предприятие «ЗАО МЕХАТРОНИКА ТРАНСПОРТА», переименованное в НАО в январе 2016 г. в соответствии с изменениями ФЗ. В НАО «Мехатроника Транспорта» по требованию Заказчиков действует полная система налогообложения

Продолжение и уточнения следуют