



**ЛОКАЛИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА КОМПОНЕНТОВ ЭЛЕКТРОТРАНСПОРТА  
КАК НАПРАВЛЕНИЕ РАЗВИТИЯ ЭЛЕКТРОМОБИЛЬНОСТИ  
ПРАКТИЧЕСКИЙ ОПЫТ РАЗРАБОТКИ И ПРОИЗВОДСТВА КОМПОНЕНТОВ**

**Ильин Кирилл Александрович**

Технический директор

**РУБРУКС®** · отечественный разработчик и производитель компонентов электротранспорта

# 1. ЭЛЕКТРОМОБИЛЬ КАК СИСТЕМА КОМПОНЕНТОВ

Смотрим на машину не целиком, а как на набор функциональных узлов, определяющих ее характеристики

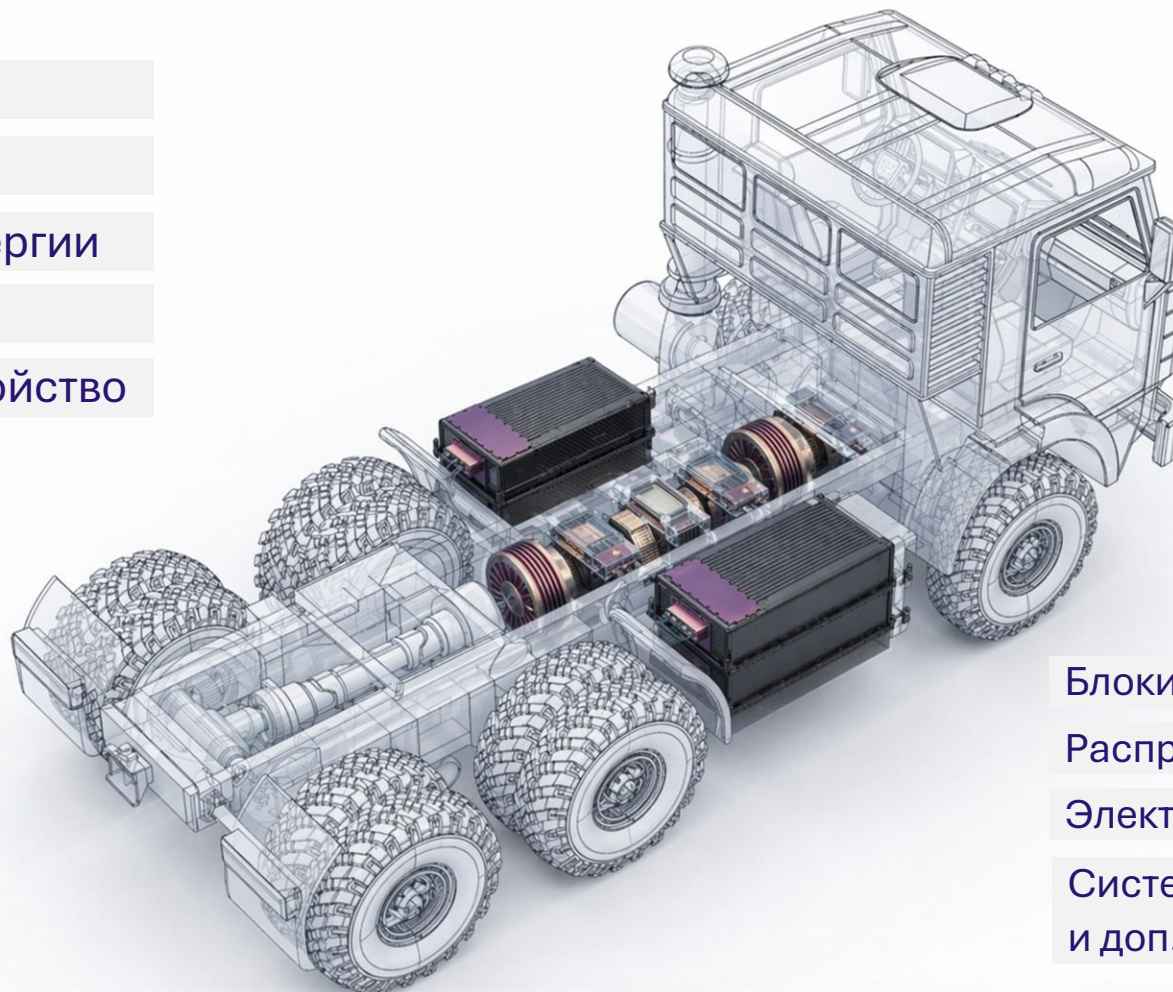
Электродвигатель

Тяговый инвертор

Система накопления энергии

DC/DC преобразователь

Бортовое зарядное устройство



Блоки управления

Распределительные блоки (PDU)

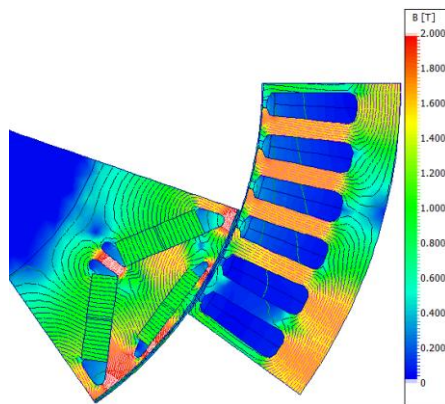
Электроусилитель, система климата

Системы электропривода надстроек  
и доп. оборудования

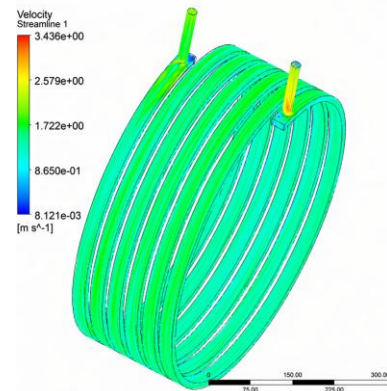
## 2. ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛИ НА ПОСТОЯННЫХ МАГНИТАХ

Высокая эффективность, компактность и удельная мощность

Электродвигатели РУБРУКС линейки MVM/HVM	
Тип конструкции	синхронный двигатель со встроенными постоянными магнитами (IPM)
Мощность	от 10 до 240 кВт
Мощность удельн.	до 2,6 кВт/кг при 65°C
КПД	от 94 до 97%
Применение	<ul style="list-style-type: none"><li>· электро- и гибридные автомобили</li><li>· техника специального назначения</li><li>· привод вспомогательного оборудования</li></ul>



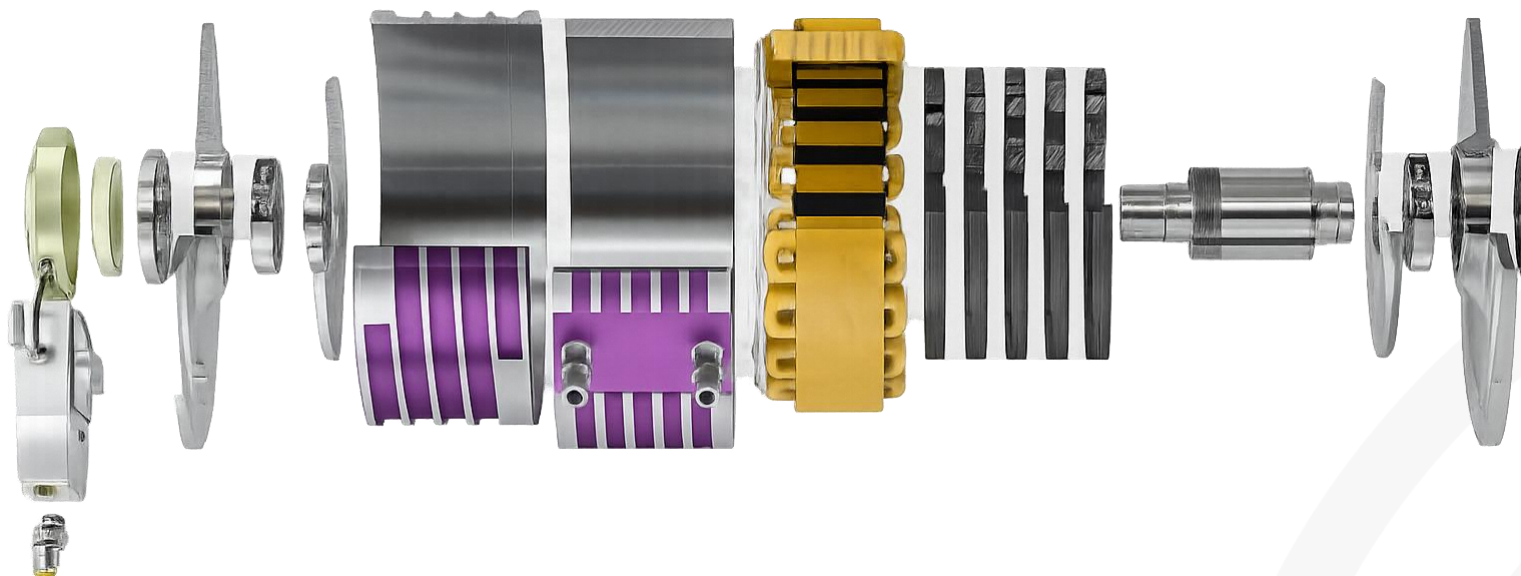
Расчет магнитной системы



Расчет системы охлаждения

# 3. ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛИ НА ПОСТОЯННЫХ МАГНИТАХ

Уровень локализации и перспективы развития



## → Что внутри

### Статор

электротехническая сталь, медная обмотка

### Ротор

электротехническая сталь, магниты NdFeB, SmCo

### Механика

корпус, высокоскоростные подшипники

### Датчики

датчик положения ротора, датчики температуры

## ✓ Локализовано в России

электротехническая сталь

медь и обмоточные материалы

материалы корпусных элементов

высокоскоростные подшипники (частично)

магниты (SmCo – хорошо, NdFeB - частично)

датчики (положения ротора, температуры)

## Основные ограничения

NdFeB магниты и масштабирование их производства

высокоскоростные подшипники

материалы покрытия медной обмотки

## Перспективы развития

**Hairpin-обмотка и рост плотности мощности**

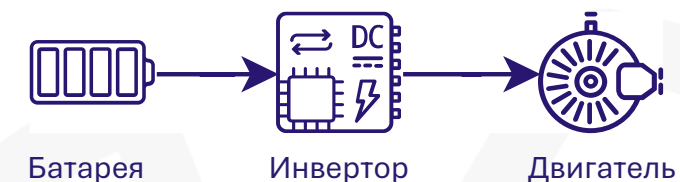
**Альтернативные электродвигатели**

- без использования редкоземельных магнитов
- на базе SmCo магнитов

## 4. ТЯГОВЫЕ ИНВЕРТОРЫ

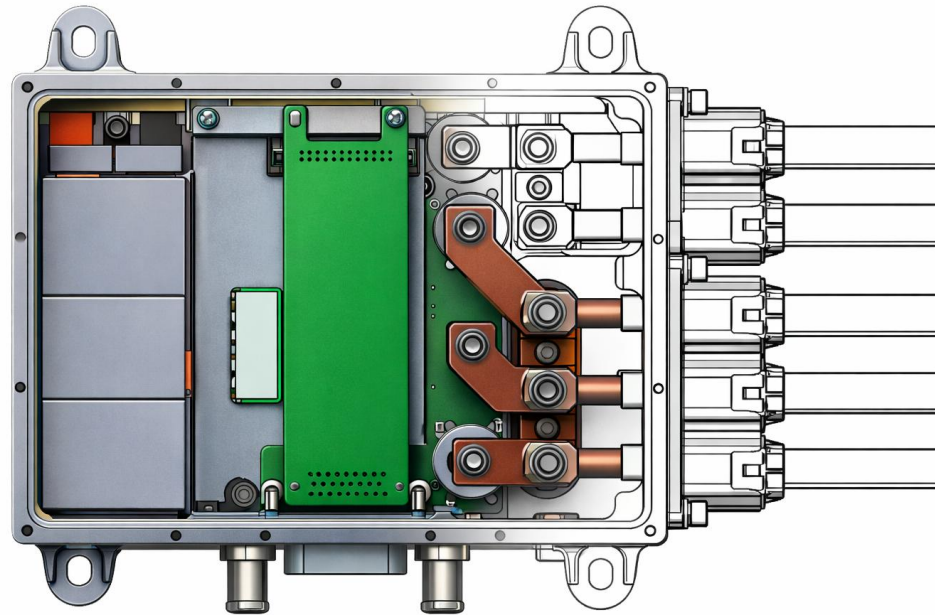
Основной компонент, определяющий эффективность работы двигателя и использования энергии батареи

Тяговые инверторы РУБРУКС линейки EXTRI	
Напряжение системы	модели <b>EXTRI-MV – S/M/L/XL</b> – до 450В модели <b>EXTRI-HV – S/M/L/XL</b> – до 800В
Мощность	от 9 до 150 кВт
Применение	<ul style="list-style-type: none"><li>· тяговый электропривод</li><li>· управление генератором гибридных систем</li><li>· привод вспомогательного оборудования</li></ul>



# 5. ТЯГОВЫЕ ИНВЕРТОРЫ

Уровень локализации и перспективы развития



## → Что внутри

### Силовая электроника

IGBT модули, драйверы ключей, конденсаторы

### Управление и электроника

микроконтроллер, встраиваемое ПО, специализированные микросхемы, пассивные компоненты

### Механика и коммутационные элементы

корпус, система охлаждения, силовые разъемы

### Датчики

датчики тока, датчики температуры

## ✓ Локализовано в России

встраиваемое ПО (собственной разработки)

IGBT модули и драйверы силовых ключей

микроконтроллеры

пленочные конденсаторы (частично)

силовые разъемы и датчики (частично)

корпусные элементы

## Основные ограничения

SiC модули (вместо IGBT)

специализированные микросхемы

датчики тока

## Перспективы развития

### IGBT – SiC

с появлением локализации производства карбид-кремниевых силовых модулей в России

### Напряжение >800В

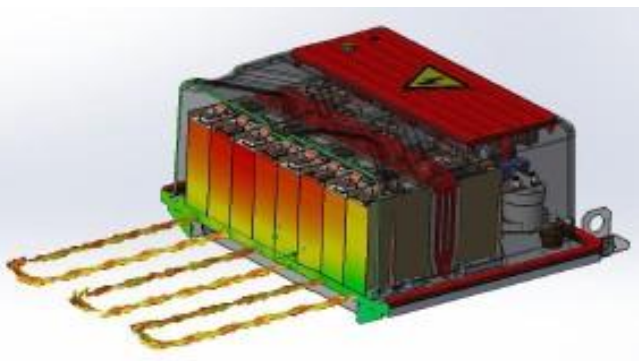
увеличение номинального напряжения системы, снижение токов, уменьшение габаритов

## 6. БАТАРЕЙНЫЕ МОДУЛИ

Батарея задаёт запас хода, стоимость и ресурс и остаётся самым сложным звеном локализации

### Батарейные модули РУБРУКС линейки HVB

Тип аккумуляторов	LiFePO4 (Россия) NMC (КНР)
Энергоемкость модуля	от 15 до 30 кВтч
Применение	<ul style="list-style-type: none"><li>· электро- и гибридные автомобили</li><li>· техника специального назначения</li><li>· системы хранения энергии</li></ul>



Расчет системы терморегулирования



BMS собственной разработки

# 7. БАТАРЕЙНЫЕ МОДУЛИ

Уровень локализации



## ✓ Локализовано в России

BMS встраиваемое ПО

BMS аппаратная часть (частично)

материалы корпусных элементов

материалы системы терморегулирования

аккумуляторные ячейки (частично)

датчики (частично)

## → Что внутри

**Аккумуляторные ячейки**

**BMS** (система контроля и управления)  
модули измерения напряжений, датчики тока

**Механика**

корпус, система терморегулирования,  
теплопроводящие компаунды

**Коммутационные элементы**

высоковольтные контакторы, высоковольтные  
предохранители, силовые разъемы

## Основные ограничения

аккумуляторные ячейки

высоковольтные контакторы

высоковольтные предохранители

специализированные микросхемы

# 8. БАТАРЕЙНЫЕ МОДУЛИ

## Перспективы развития



### Натрий-ионные аккумуляторы

#### Линейки батарейных модулей РУБРУКС HVBS / LVBS

#### + Преимущества (в сравнении с Li-ion)

высокий ресурс (сопоставим с LiFePO4)

работоспособность при отрицательных температурах

устойчивость к глубокому разряду

высокая термическая стабильность

меньше зависимость от критических материалов  
(потенциальное значительное снижение стоимости)

#### - Недостатки

ниже удельные характеристики Вт·ч/кг

небольшие объемы производства



#### Перспективы применения

- гибридный электротранспорт
- малый электротранспорт (погрузчики, гольфкары, техника спец. назначения)

# 9. БОРТОВЫЕ ЗАРЯДНЫЕ УСТРОЙСТВА, DC-DC ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ

Зарядка от сети, питание низковольтной сети электромобиля

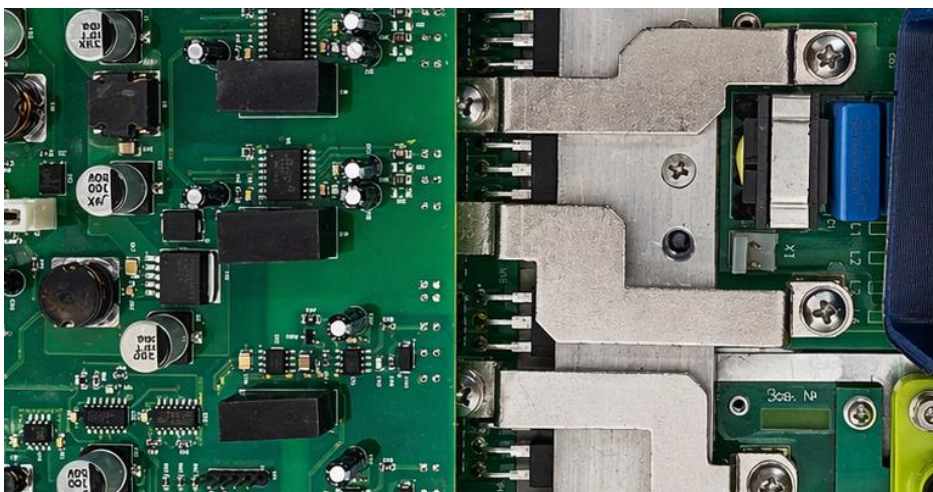
Бортовые зарядные устройства РУБРУКС линейки RBC	
Напряжение высоковольтной системы	до 750В
Мощность	от 7 до 22 кВт
Применение	<ul style="list-style-type: none"><li>· электро- и гибридные автомобили</li><li>· техника специального назначения</li></ul>

DC-DC преобразователи РУБРУКС линейки VCGI	
Напряжение вход	до 750В
Напряжение выход	12 / 24 / опционально до 96В
Мощность	от 3 до 15 кВт
Применение	<ul style="list-style-type: none"><li>· электро- и гибридные автомобили</li><li>· техника специального назначения</li></ul>



# 10. БОРТОВЫЕ ЗАРЯДНЫЕ УСТРОЙСТВА, DC-DC ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ

Уровень локализации и перспективы развития



## → Что внутри

### Силовая электроника

SiC модули, драйверы ключей, конденсаторы

### Управление и электроника

микроконтроллер, встраиваемое ПО,  
специализированные микросхемы, пассивные компоненты

### Механика и коммутационные элементы

корпус, система охлаждения, силовые разъемы

### Датчики

датчики тока, датчики температуры

## ✓ Локализовано в России

встраиваемое ПО (собственной разработки)

драйверы силовых ключей

микроконтроллеры

пленочные конденсаторы (частично)

корпусные элементы

**GaN модули (перспективное направление)**

для  $U_{max}$  до 650В

## Основные ограничения

SiC модули (карбид-кремния)

специализированные микросхемы

датчики тока

## Перспективы развития

**Силовые модули на базе GaN  
(нитрид-галлия)**

Новый тип транзисторов

Повышение частоты

Повышение эффективности

Уменьшение массы и габаритов устройств

# 11. ПРОЕКТЫ

Реализованные проекты с нашими компонентами





# РУБРУКС

## СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ



ООО «РУБРУКС»

Москва, 1-й Институтский пр-д., д. 3, стр. 5

+7 495 132-74-07

info@rubruks.com

rubruks.com