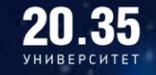


# AZart

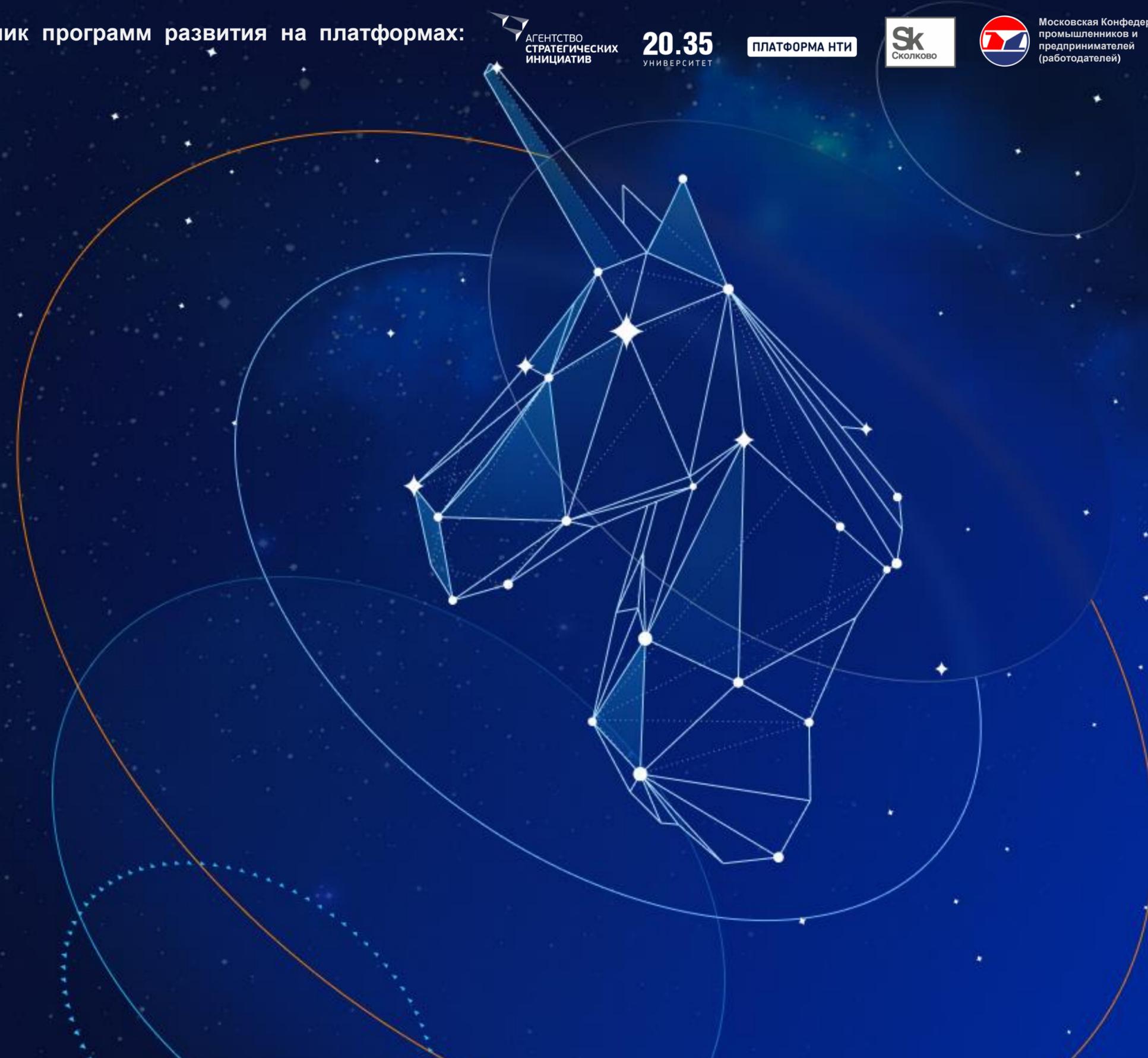
Участник программ развития на платформах:



Московская Конфедерация  
промышленников и  
предпринимателей  
(работодателей)

## ИННОВАЦИОННЫЙ МНОГОТОПЛИВНЫЙ (ВОДОРОДНЫЙ) ДВИГАТЕЛЬ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ

[www.az69art.ru](http://www.az69art.ru)



## Направление:

# НИЗКОУГЛЕРОДНАЯ ЭКОНОМИКА

Экологичность и экономичность двигателей внутреннего сгорания (ДВС) являются основными факторами предопределяющими перспективу их дальнейшего использования как основных двигательных и генерирующих силовых установок.

Расчетный КПД у РЛД по проекту АЗАРТ выше, чем у классического поршневого двигателя, примерно в 1,5 раза, а расчетная удельная мощность выше примерно в 5 раз.

Более прогрессивное увеличение давления на такте сжатия и более прогрессивное увеличение объема камеры сгорания в рабочем такте РЛД АЗАРТ создают условия, соответствующие особенностям воспламенения и горения водорода, что делает РЛД лучше приспособленным, чем классические ДВС, к [использованию водорода в качестве топлива](#).

Возможность динамичного и значительного изменения степени сжатия позволяет конструировать РЛД АЗАРТ многотопливным, в том числе с динамичным переходом на питание водородом (газом, бензином), что делает такой двигатель незаменимым недостающим звеном в переходе к "зеленой" мобильности и поддержке перехода экономики страны к водородной энергетике.

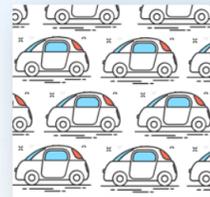
Компактный и мощный РЛД будет актуальным для применения в качестве силовых приводов пилотируемых и беспилотных летательных аппаратов, в составе гибридных силовых установок транспорта, мобильных генерирующих установок и во многих других сферах применения.

Ожидаемые изменения  
к 2050 году:



Население планеты:

**+ 2 млрд чел.**



Автопарк планеты:

**+ 1 млрд ед.**



**Как следствие:**

Ухудшение экологической обстановки



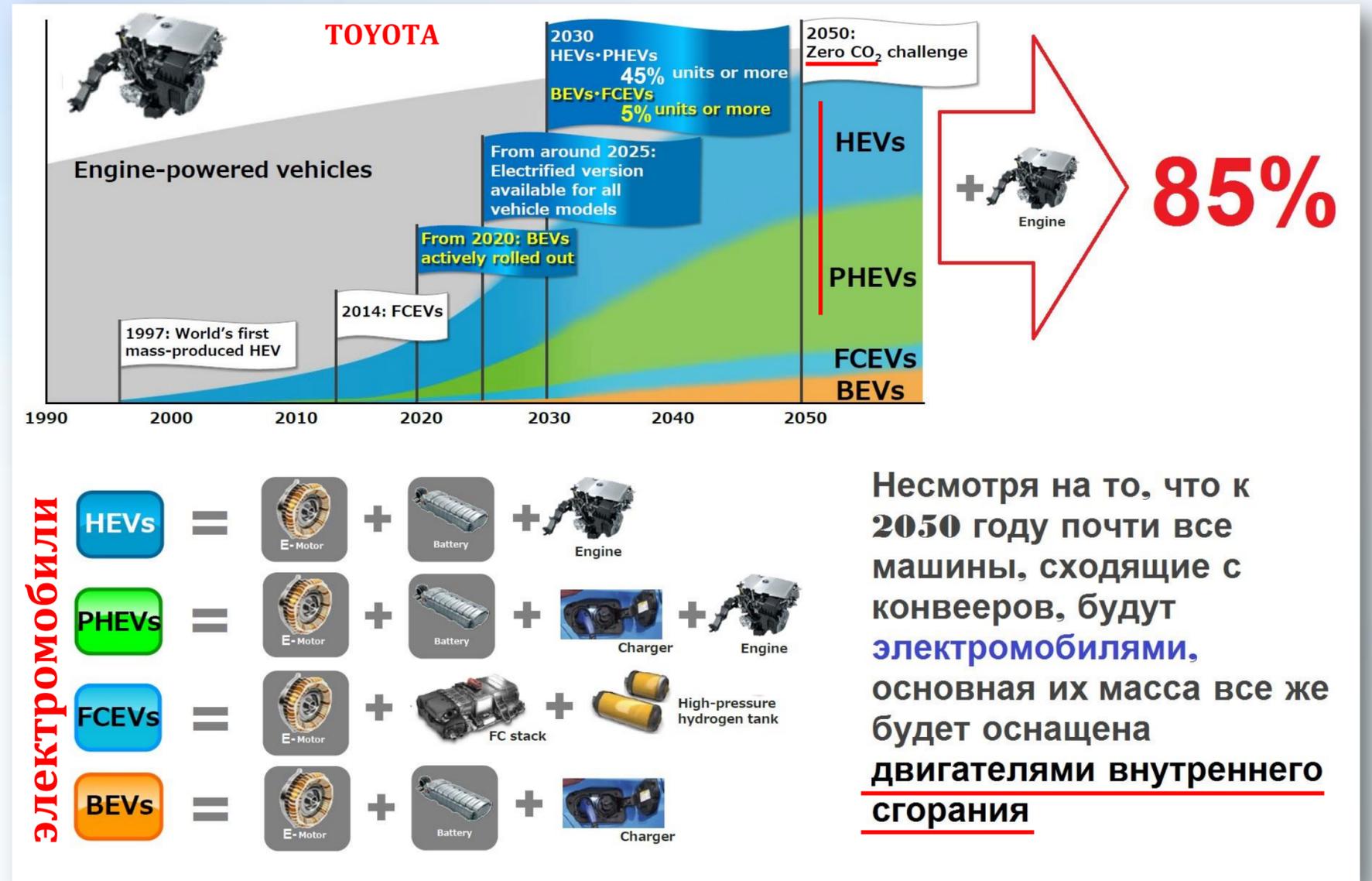
Необходимость принятия мер по увеличению доли электротранспорта



Экологи настаивают на **«Zero CO<sub>2</sub>»**,  
а потребителю нужна

**эффективная мобильность!**

# Проблема



Как снизить уровень выделения **CO<sub>2</sub>?!**

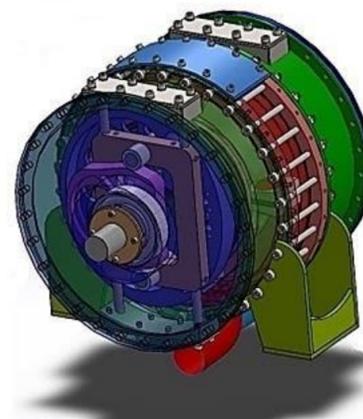
# Решение

Инновационный роторно-лопастной двигатель (РЛД) имеет все необходимые качества, чтобы стать наиболее эффективной альтернативой традиционным ДВС.

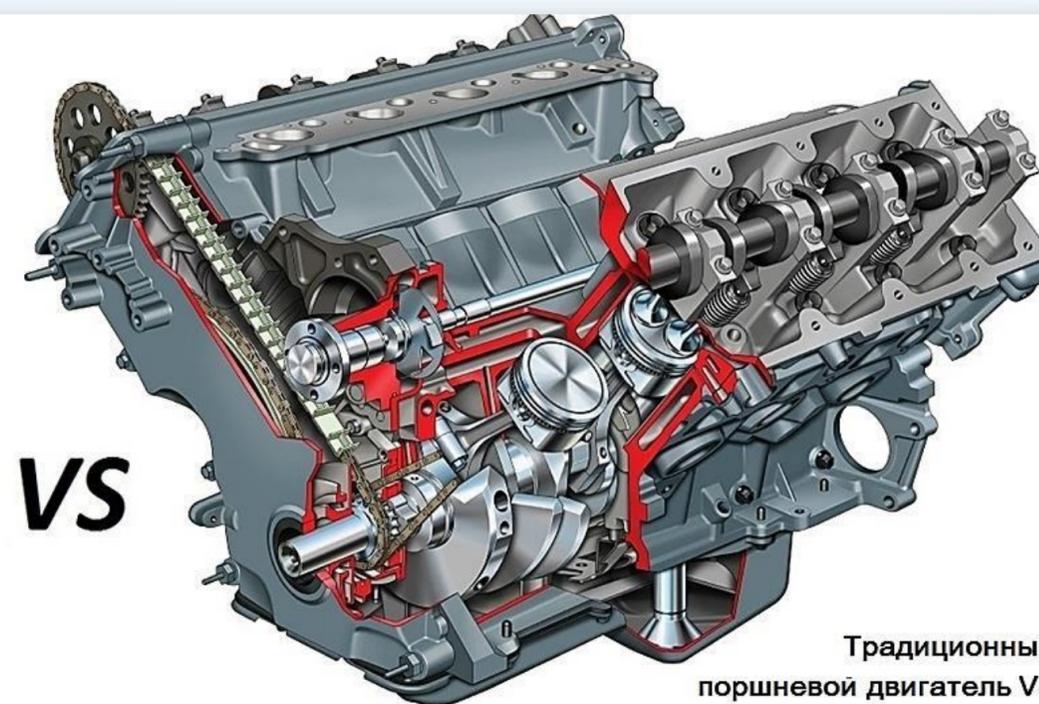
# РЛД

Удельная мощность **x 5**  
 Экономичность **x 1,4**  
 КПД **x 1,4**

Инновационный  
 роторно-лопастной  
 двигатель  
 Pat. RU2673318



**VS**



Традиционный  
 поршневой двигатель V8

**Пользователю:**

**экономия**

**Производителю:**

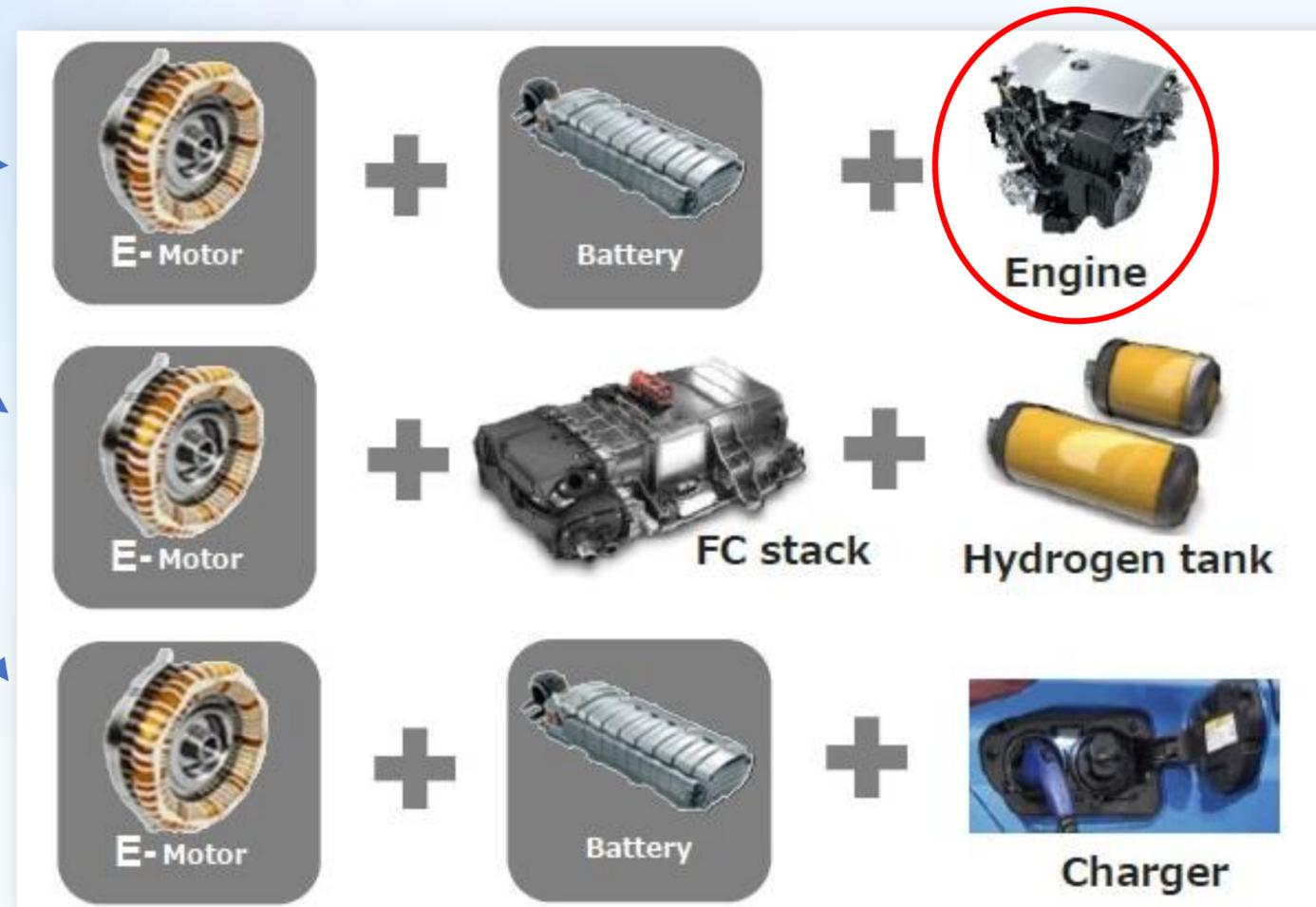
**прибыль**

**Экологам и политикам:**

**решение проблемы**

# Основные тренды в сфере проекта

## Направления электромобилизации

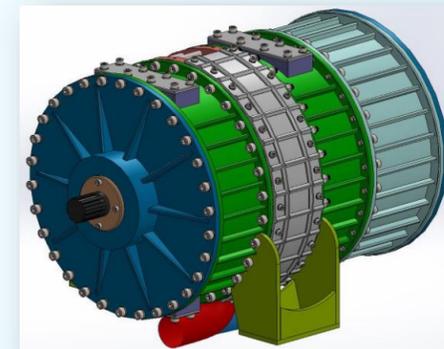


Двигатели внутреннего сгорания (ДВС) постепенно будут вытесняться силовыми установками с электроприводами.

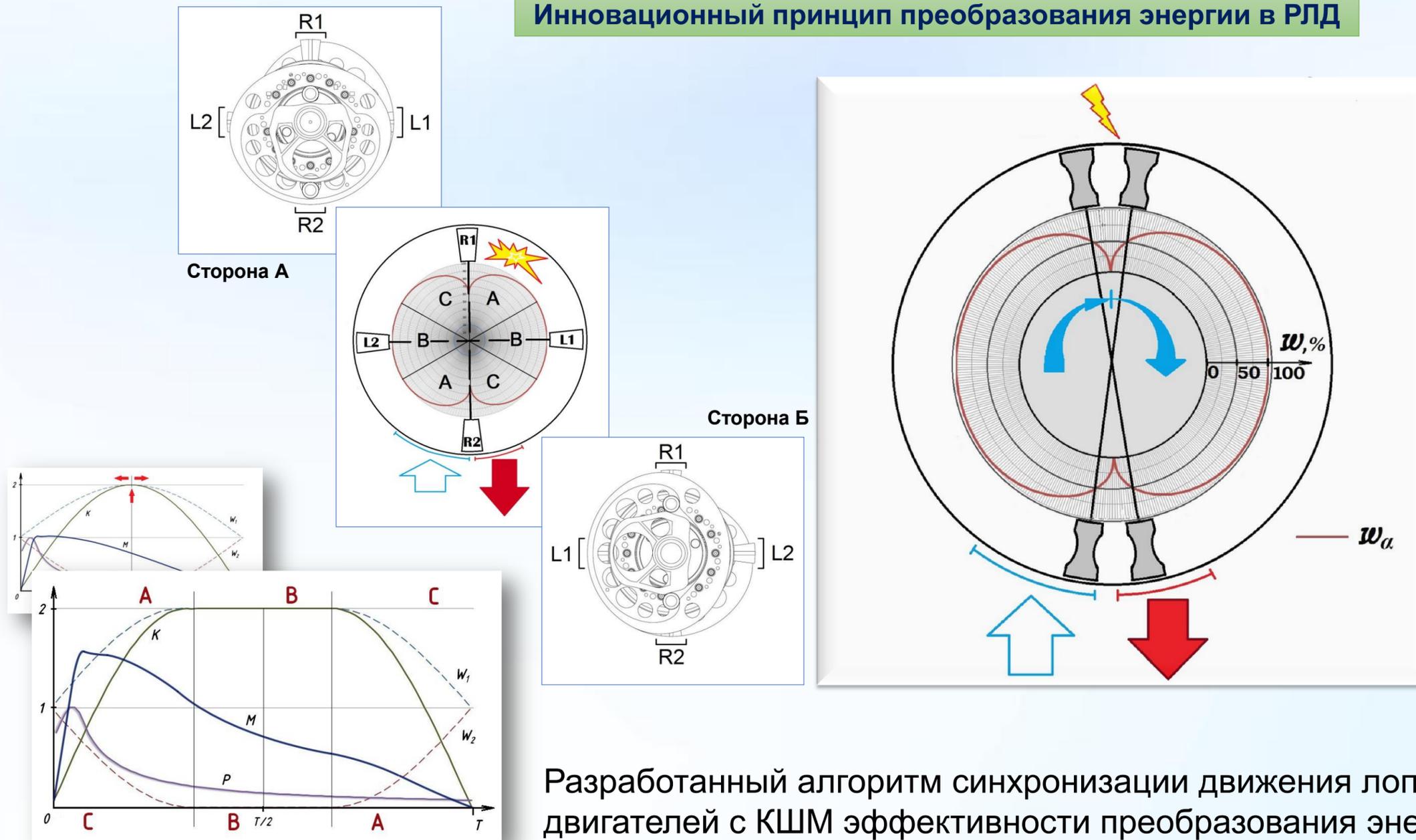
В одном из наиболее массовых сегментов будет присутствовать ДВС в составе гибридной силовой установки

Инновационный **роторно-лопастной двигатель (РЛД)** имеет все необходимые качества, чтобы стать наиболее эффективной альтернативой традиционным ДВС в гибридных и классических силовых установках.

**РЛД + ЭМ = лучшее решение для гибридных технологий**



## Инновационный принцип преобразования энергии в РЛД



Принципиальным преимуществом роторно-лопастной схемы является компактность такого типа двигателей, так как в рабочих камерах одной секции РЛД за один оборот вала обеспечивается протекание 4-х полноценных 4-тактных циклов, что соответствует таковой характеристике 8-цилиндрового традиционного поршневого двигателя. Соответственно, при сравнении материалоемкости, количества узлов и деталей, механических потерь, стоимости изделия и т.д., следует сравнивать 1-секционный РЛД с 8-цилиндровым двигателем традиционной конструкции.

Разработанный алгоритм синхронизации движения лопастей позволяет достичь невозможной для двигателей с КШМ эффективности преобразования энергии расширяющихся газов в крутящий момент.

При этом, особенности динамики изменения объемов рабочих камер в РЛД АЗАРТ создают лучшие условия для использования **водорода** в качестве топлива, чем в классических ДВС.

Кроме того, возможность динамического изменения степени сжатия позволяет сделать РЛД АЗАРТ многотопливным, в том числе с динамичным переходом на питание **водородом**.

# Текущие результаты



ГОСУДАРСТВЕННАЯ ДУМА  
ФЕДЕРАЛЬНОГО СОБРАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
СЕДЬМОГО СОЗЫВА  
КОМИТЕТ ПО ОБОРОНЕ

ул. Охотный ряд, д. 1, Москва, 103265 Тел. 8(495) 692-77-24 Факс 8(495) 692-95-77 E-mail: cdefence@duma.gov.ru

15 июля 2020 г. № 3.14-88/965

А.А.ЗАЙЦЕВУ

Алтуфьевское шоссе, д. 27 А, стр. 44,  
г. Москва, 127106  
77444150@gmail.com

Уважаемый Андрей Алексеевич!

В Комитете Государственной Думы по обороне Ваше обращение рассмотрено.

В Комитете Государственной Думы по обороне всегда с большим вниманием относятся ко всем предложениям, связанным с изобретениями и инновациями, поступающим от граждан и организаций. После их всесторонней проработки принимается решение о дальнейших действиях в рамках предоставленных полномочий.

По мнению Комитета государственной Думы по обороне, предлагаемый Вами проект роторно-лопастного двигателя заслуживает внимания и всестороннего рассмотрения.

В связи с этим, для рассмотрения Ваше обращение направлен запрос с прилагаемыми к нему материалами в Министерство промышленности и торговли Российской Федерации для проведения исследований.

О результатах рассмотрения Вы будете проинформированы.

Первый заместитель  
председателя Комитета

При ответе просьба ссылаться на наш исходящий номер.

Получены патенты на изобретение

Получен статус резидента Сколково

Завершена стадия эскизного проектирования

Проведены компьютерные тесты и моделирование рабочих процессов РЛД.

Проведено тестирование кинематического макета

Осуществляется сотрудничество в рамках исследований с ведущими профильными научными организациями

Ведётся работа по популяризации РЛД на международных выставках и форумах

**Рецензия**  
на проект Зайцева Андрея Алексеевича  
«Роторно-лопастной двигатель (РЛД)»

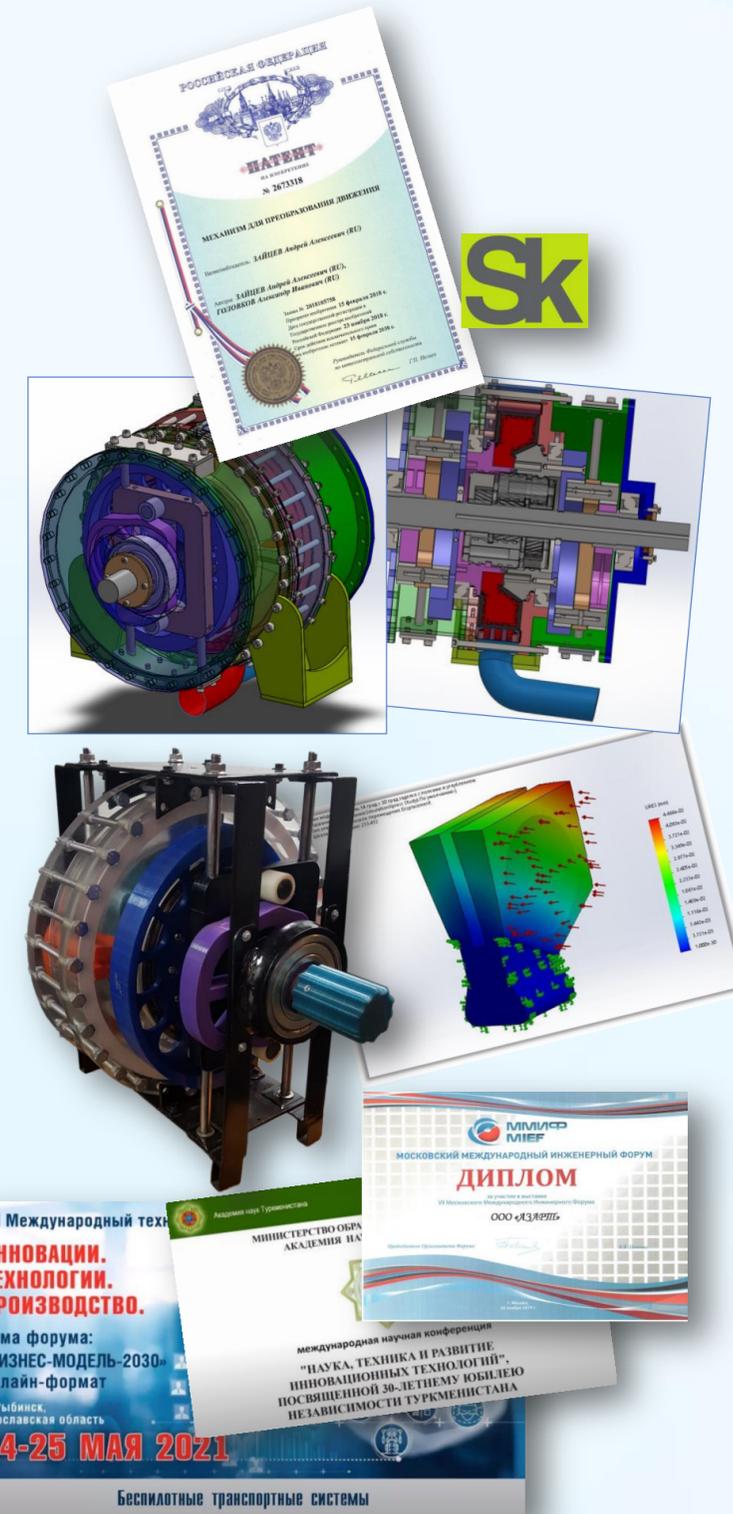
Предложено на базе запатентованных автором проекта инновационных решений разработать Роторно-лопастной двигатель, актуальный для применения в качестве силовых приводов пилотируемых и беспилотных летательных аппаратов, в составе гибридных силовых установок транспорта, мобильных генерирующих установок и др.

Анализ приведенных описания конструкции Роторно-лопастной двигателя и результатов его исследований показывает, что при приемлемых показателях топливной экономичности и токсичности отработавших газов Роторно-лопастной двигатель по своей компактности и удельной мощности может превосходить существующие и перспективные поршневые двигатели традиционных конструкций примерно в два раза. Компактность этого двигателя позволяет использовать его в малой авиации, в беспилотниках (дронах), в объектах военной техники.

В связи с изложенным, следует отметить, что проект заслуживает внимания и всестороннего рассмотрения.

Заведующий кафедрой «Поршневые двигатели»  
МГТУ им. Н.Э. Баумана,  
д.т.н., профессор

В.А. Марков



# Эффекты от внедрения

1. Расчетный КПД у РЛД АЗАРТ выше, чем классического поршневого двигателя, примерно в 1,5 раза. При этом расчетная удельная мощность у него выше примерно в 5 раз. Общий эффект позволит экономить не менее 50% углеводородных топлив во всех сферах применения ДВС с соответствующим уменьшением вредных выбросов.
2. Внедрение **водородного** РЛД АЗАРТ даст эффект **«Zero CO<sub>2</sub>»**, т.е. отсутствие «карбонового следа» у транспортных средств.
3. Возможность динамичного изменения степени сжатия позволяет сделать РЛД АЗАРТ многотопливным, в том числе с динамичным переходом на питание **водородом**, что делает РЛД АЗАРТ недостающим звеном в переходе к **"зеленой"** мобильности с эффектом гибкого и безболезненного перехода от традиционных топлив к «экологически чистому».

При использовании **N<sub>2</sub>** в качестве топлива достигим эффект **«Zero CO<sub>2</sub>»**

**В.В. Путин:** «Работа городского транспорта на газомоторном, а тем более на **водородном** топливе, в высшей степени востребована»

**Минпромторг России:** **Водород** должен стать одной из **«зеленых»** альтернатив нефти и газу

# Конкуренция

## Конкуренция РЛД



ГТД



Поршневые двигатели



Двигатели Ванкеля



LiquidPiston

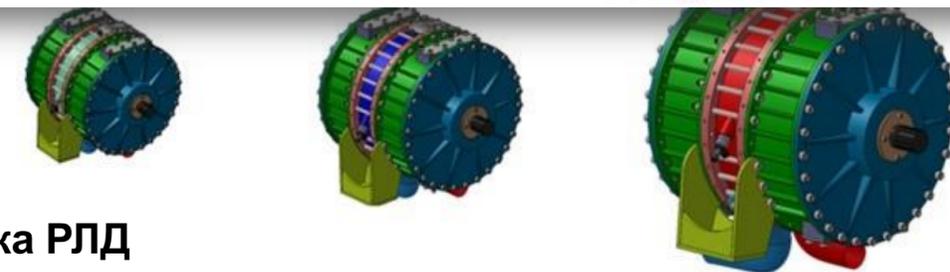
**РЛД = Э<sup>3</sup>**

эффективнее  
экономичнее  
экологичнее

### Comparative characteristics of upcoming\* and manufactured engines

### Сравнительные характеристики перспективных\* и выпускаемых двигателей

Engine	Liquid Piston (estimates)	Honeywell TPE-331-12	RVE* (estimates)	Wankel KKM 504d	Lycoming IO-540 - AF1A5	RED A03	Двигатель
type	rotary engine	turboprop engine	rotary-vane engine	4-rotor rotary engine, turbo & intercooler	air-cooled horizontally opposed 6-cylinder piston engine	compression-ignition four-stroke V12 piston engine, turbo&Intercooler	тип двигателя
fuel type	heavy fuel	kerosene	multi-fuel	multi-fuel	gasoline	multi-fuel	вид топлива
power output, kW	37	810	<b>745</b>	300	194	373	мощность, кВт
RPM	7000	41730	5000	8000	2700	4000	об/мин
displacement, L	...	...	2,0 (eq. - 16,0)	2,0	8,9	6,1	рабочий объём, л
dry weight, kg	18	175	160 — 170	121	188	357	сухой вес, кг
L x W x H, mm	280 x 280 x 280	1088 x 533 x 676	600 x 490 x 500	793 x 480 x 435	1025 x 850 x 560	1114 x 870 x 712	Д x Ш x В, мм
overall volume, dm <sup>3</sup>	21	392	147	166	488	690	Габаритный объём, дм <sup>3</sup>
power-to-weight ratio, kW / kg	2	4,6	<b>5,2</b>	2.48	1,03	1,04	удельная мощность, кВт/кг
specific power, kW / dm <sup>3</sup>	1,8	2,1	<b>5,1</b>	1,8	0,4	0,5	удельная мощность, кВт/ дм <sup>3</sup>



Линейка РЛД

мощность, л.с.	100	300	1000
сухой вес, кг	22 — 23	50 — 53	160 — 170
Д x Ш x В, мм	300 x 250 x 270	400 x 330 x 350	600 x 490 x 500

# Параметры рынка

РЛД, как более эффективный вид двигателя, в состоянии заменить традиционные поршневые двигатели практически во всех сферах их применения.

Наиболее актуальными для развития технологий РЛД являются следующие направления:

**Авиасектор.** Авиадвигателестроение в целом, а в России тем более, остро нуждается в новых технологиях для создания более компактных, надежных и экономичных двигателей с высокой удельной мощностью. Объем рынка не велик, но стабилен и даже развивается в секторе производства двигателей для БПЛА.

**Автомобильный сектор.** Громадный объем рынка автомобильных двигателей довольно инертен, но на нем также ожидается повышенный спрос для эффективных и компактных двигателей с высокой удельной мощностью для использования в составе гибридных силовых установок, которые, как ожидается, наряду с электроприводами в скором времени вытеснят с рынка традиционные силовые установки.

**Сектор мобильной генерации.** Объем рынка не велик, но стабилен. Более компактные и экономичные РЛД без труда вытеснят из этого сектора традиционные ДВС.

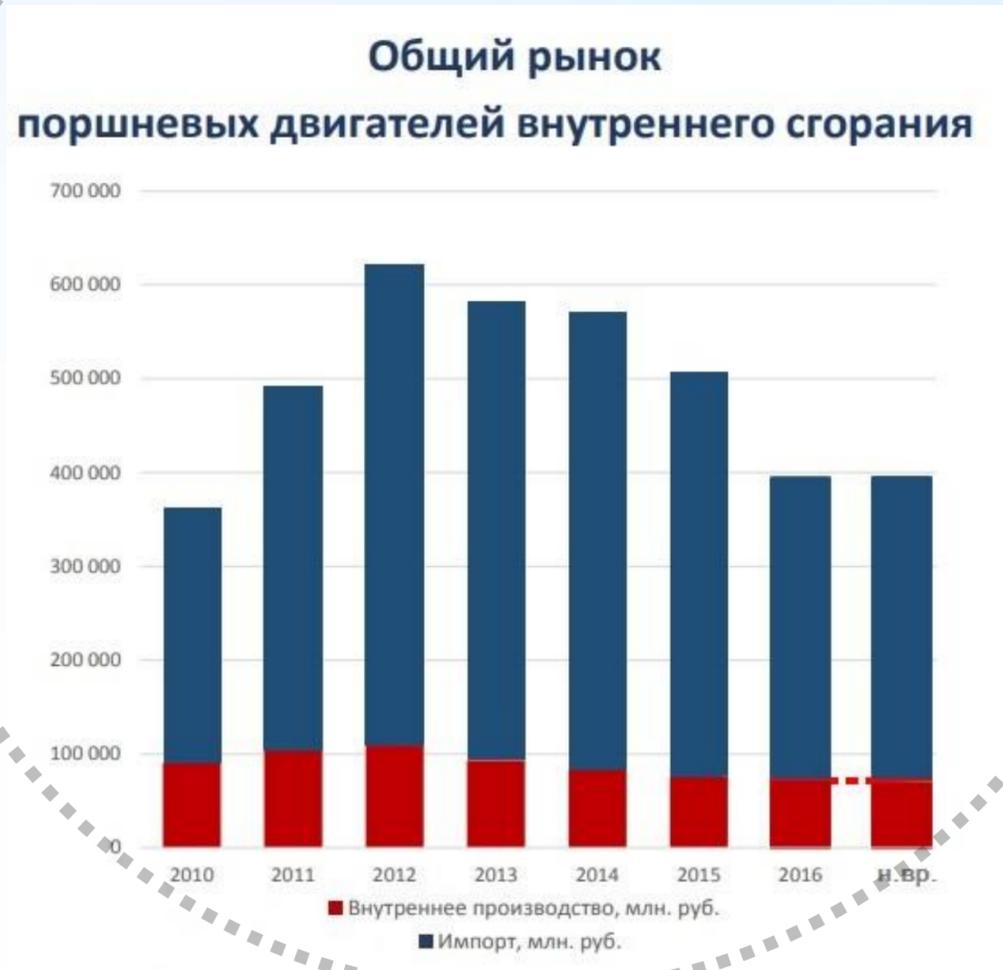
Особое внимание - наиболее ёмкому рынку **автомобильных** двигателей. Сегодня рынок ДВС не стабилен из-за экономического спада, ужесточения экологических норм, а также из-за развития электрификации.

Данные тенденции играют на руку нашему проекту т.к. уменьшение производства автомобилей с ДВС компенсируется проявлением большого количества гибридных автомобилей.

А гибридным технологиям остро необходим компактный и эффективный ДВС, каковым и является роторно-лопастной двигатель.

## РЫНОК РОССИИ

**₽400 млрд**    **1,2 млн шт.**



**Мировой рынок поршневых двигателей**

**шире российского**

**\$600 млрд** ← **на порядок** → **150 млн шт.**

# Ресурсы

На данный момент проект развивается исключительно на базе мобилизации внутренних ресурсов команды.

Завершена стадия эскизного проектирования, произведено макетирование, проведены кинематические испытания и компьютерное моделирование рабочих процессов, продолжаются исследовательские работы.

По конструкции РЛД получены патенты Российской Федерации и США.

Получен статус резидента инновационного центра Сколково.

Для дальнейшего развития проекта требуется привлечение дополнительных ресурсов.



# Перспективы проекта

Проект может развиваться при любой поддержке из нижеперечисленных:

- кооперация с профильным корпоративным партнером;
- финансовое обеспечение от венчурного инвестора;
- получение гранта.

#	Цель и сроки
1	В течение 2022-2024 гг. разработать конструкторскую документацию на опытный образец двигателя, собрать опытные образцы, провести испытания и довести конструкцию до состояния промышленного образца.
2	В 2024-2025 гг. внедрить РЛД в серийное промышленное производство.
3	В 2025-2026 гг. обеспечить количественное и номенклатурное расширение производства для занятия максимально возможного количества ниш применения ДВС.

**>200\$ млн**

Стоимость  
компании по итогам  
1-го этапа

Захват  
**>50%** рынка  
к 2030 году

# AZart



**ООО «АЗАРТ»**

руководитель проекта РЛД

**Зайцев Андрей Алексеевич**

## Контакты

Сайт [www.az69art.ru](http://www.az69art.ru)

Телефон +7 (495) 7744150

email [7744150@gmail.com](mailto:7744150@gmail.com)