



# V НАЦИОНАЛЬНЫЙ КОНКУРС ИННОВАЦИОННЫХ ПРОЕКТОВ АЭРОКОСМИЧЕСКОЙ ОТРАСЛИ

APPL-379



# Гиролёт ЛА ИВВП летательные аппараты с инерциальным вертикальным взлётом и инерциальной посадкой

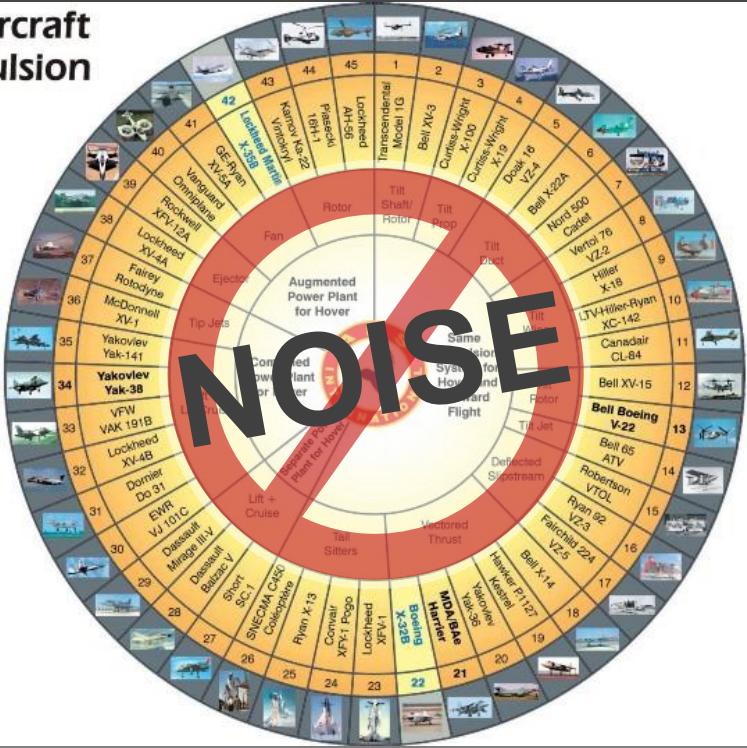
25.11.2020

Сергей Кузиков  
Gyronautica LLC

# Традиционные винты = традиционные результаты

*не эффективно, шумно, сложно, дорого, опасно, ...*

V/STOL Aircraft  
and Propulsion  
Concepts



# ЛА ВВП

Летательные аппараты  
вертикального взлёта и посадки

взлётная масса строго ограничена  
мощностью силовой установки  
и площадью роторов



## ВВП / VTOL

Вертикальный взлёт и  
вертикальная посадка

## УВП / STOL

Укороченные взлёт  
и посадка

$$T = (aND)^{\frac{2}{3}}$$

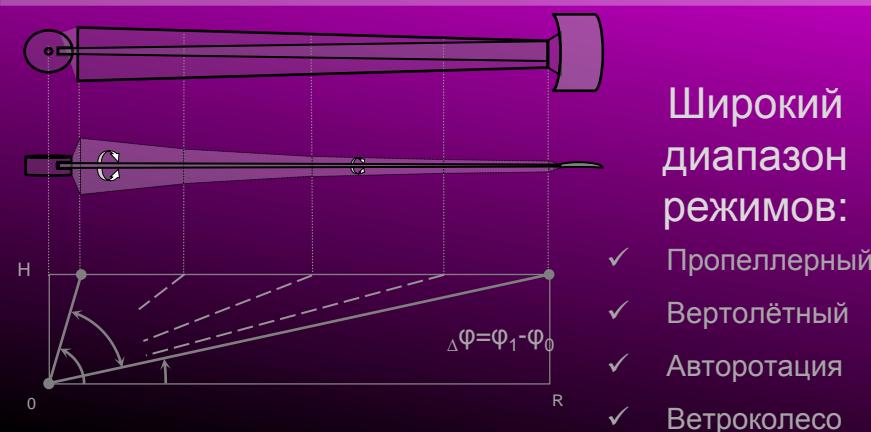
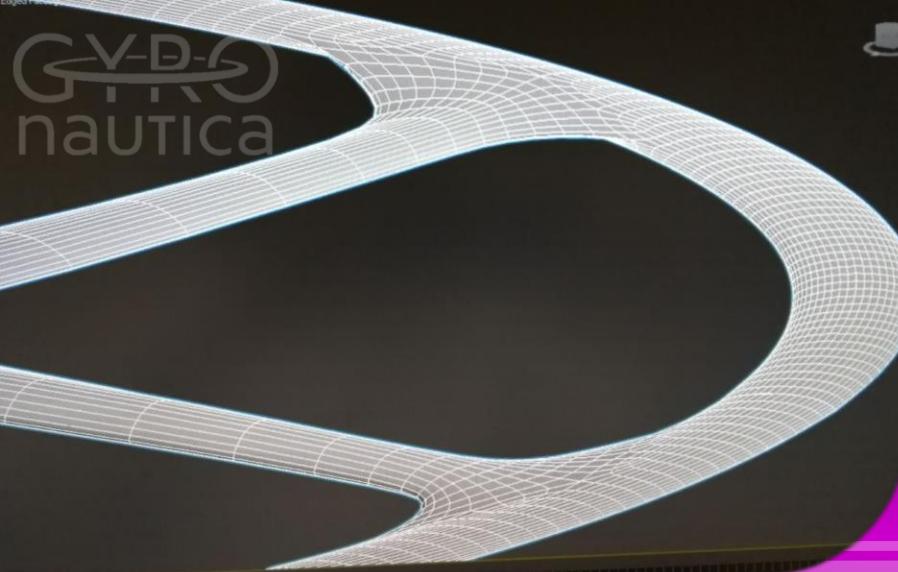
# Инерциальный вертикальный взлёт на винтах ПРОБЛЕМА



Ротор с массивными лопастями с большим моментом инерции имеет **проблемы**:

- Большое профильное сопротивление ротора и грузов на концах лопастей (25кг урана).
- Высокие нагрузки на втулке и в системе управления циклическим шагом лопастей.
- Ротор сложно контролировать аэродинамическими силами, рубит хвостовое оперение ➤
- Несимметричная однороторная схема неустойчива в полёте, необходимо крыло.
- Крыло в потоке ротора сокращает взлётную массу, большой ротор мешает полёту.
- Силовая гироскопическая стабилизация аппарата однороторной схемы невозможна.
- Высокая шумность на взлёте, низкая манёвренность, опасные режимы.





# ВОЗДУШНОЕ КОЛЕСО

## ВК

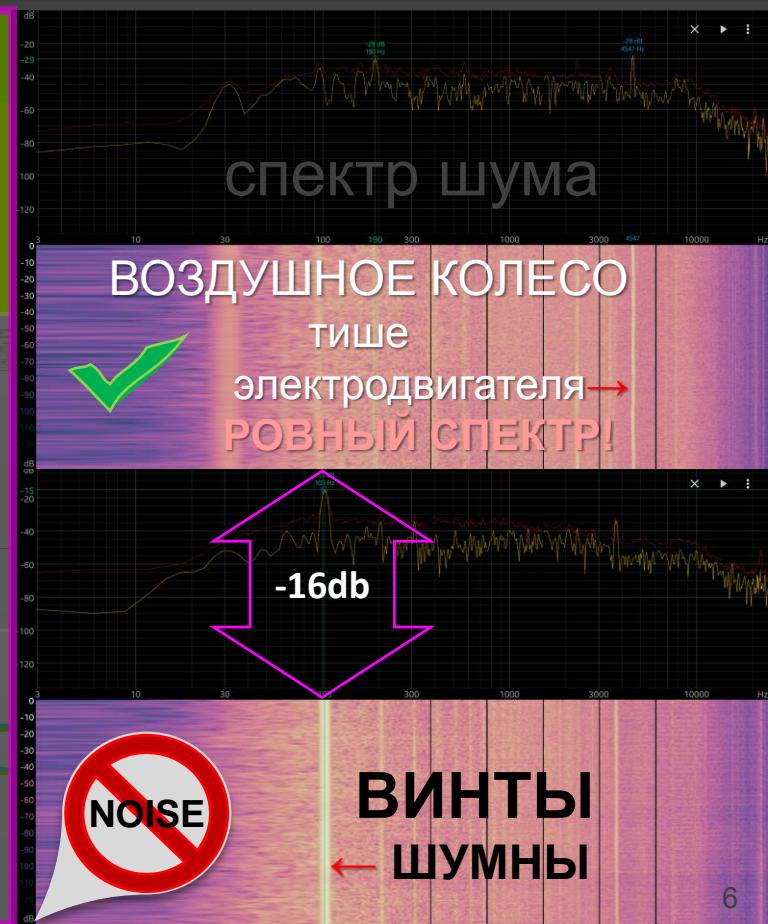
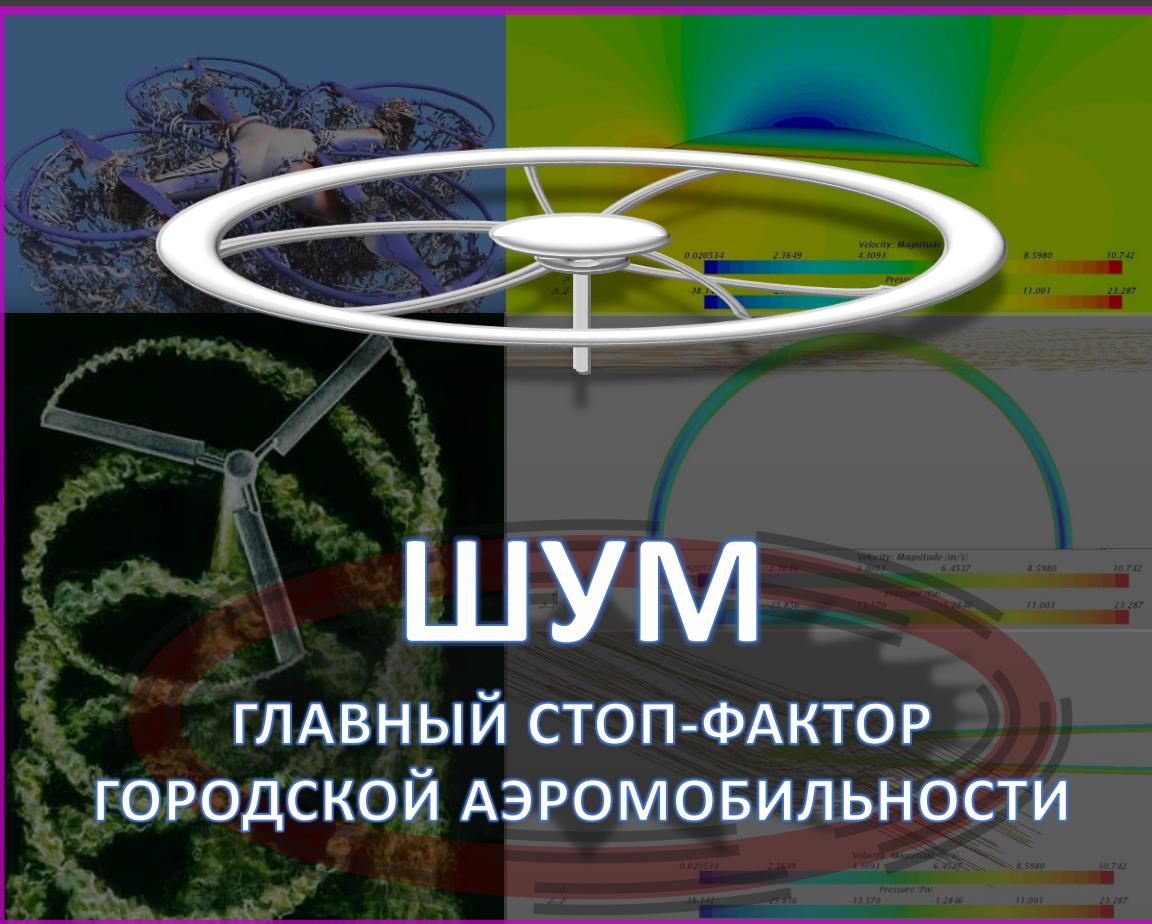
оптимальный комплекс винта и крыла

структурно прочный несущий ротор

- одна/две разнесённые втулки
- адаптивные лопасти изменяемой крутки
- профилированное замкнутое крыло



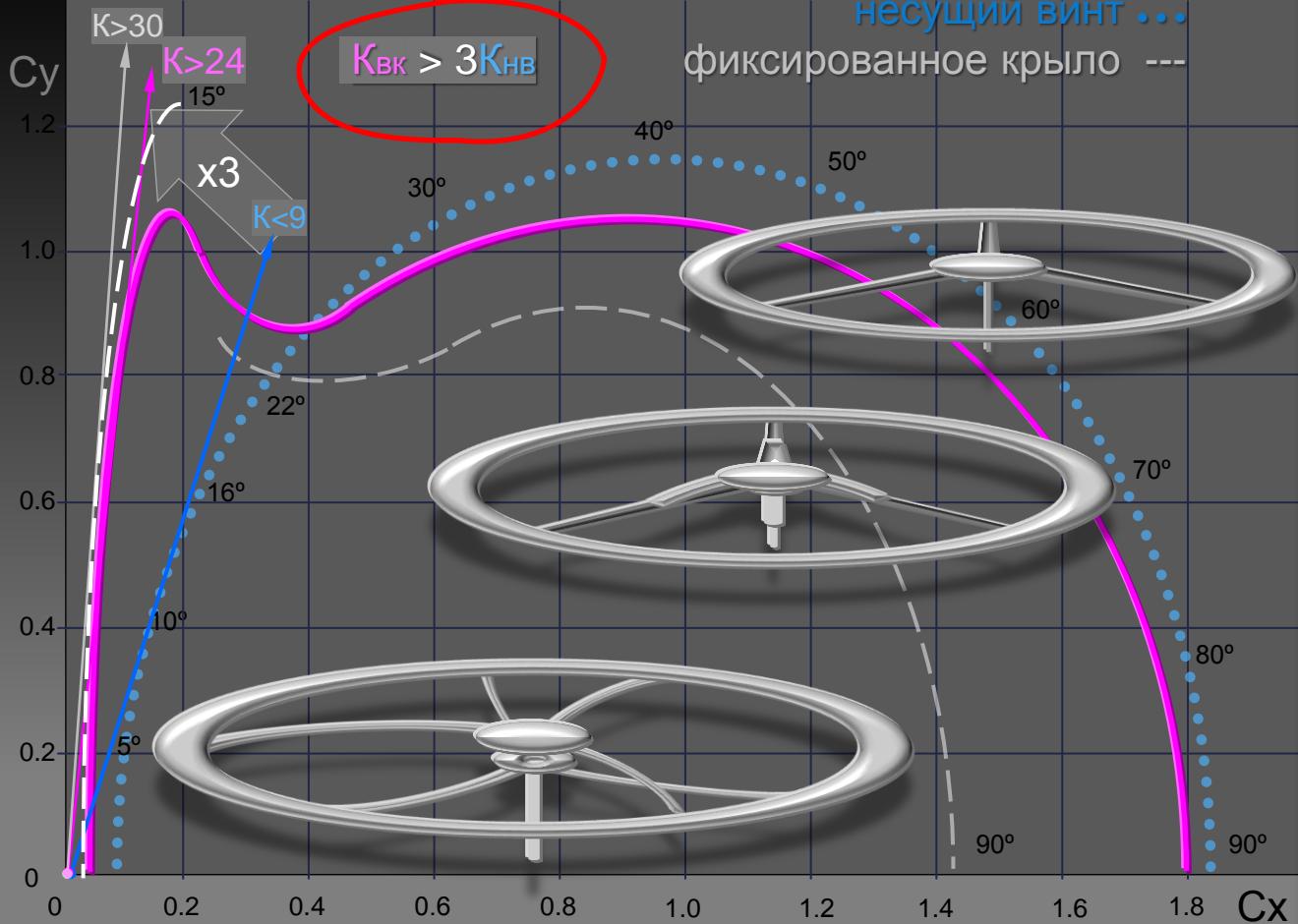
# БЕСШУМНОЕ ВОЗДУШНОЕ КОЛЕСО



## Сравнение поляр : Воздушное колесо —

несущий винт ...

фиксированное крыло ---



Воздушное колесо  
Винт + Крыло

Максимальная  
эффективность  
в разных режимах

- ✓ вертолётном
- ✓ авторотации
- ✓ ветротурбины

Устойчиво  
парашютирует

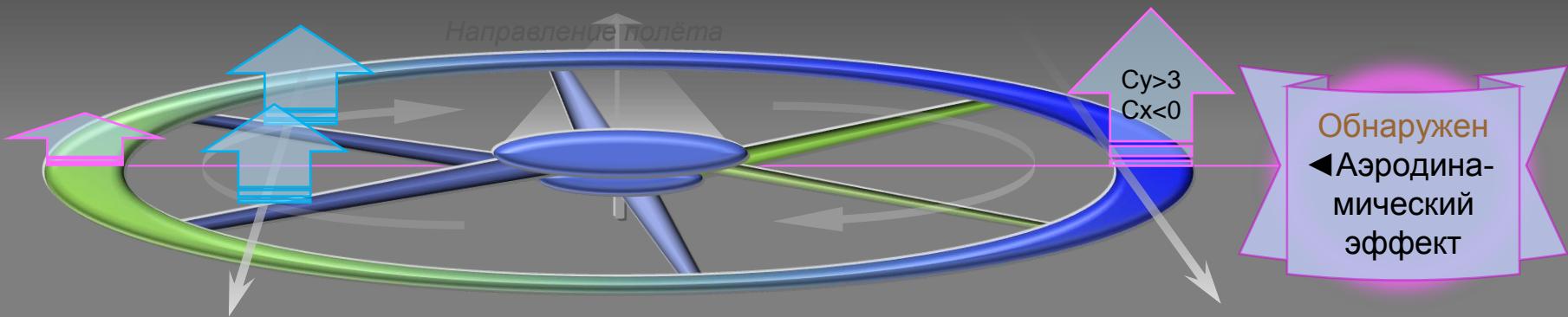
Максимальные  
АД качество, КПД,  
прочность, ресурс,

Минимальные  
вес, шум, вибрация

# ВОЗДУШНОЕ КОЛЕСО

## гармоничный комплекс винт + крыло

Тонкое замкнутое крыло ВК, натянутое центробежными силами, основной несущий элемент малого профильного сопротивления. Большое удлинение  $\lambda > 10$  сокращает индуктивное сопротивление. Лопасти ВК в горизонтальном полёте - управляющие элементы.

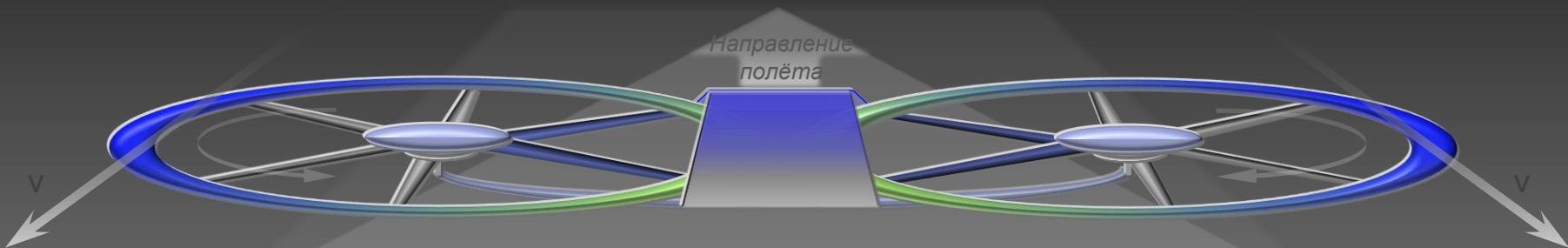


Структурно прочный ротор ВК с 2 втулками позволяет снижать скорость вращения  $v > \Omega R$ , **сокращает сопротивление трения**  $Cx \rightarrow 0$  ВК может летать с коэф.вращения  $\mu = v/\Omega R > 1$

**Воздушное колесо устойчиво в потоке.** Подъёмную силу наступающих лопастей уравновешивает высокая подъёмная сила отступающего сегмента замкнутого крыла.

# АЭРОДИНАМИЧЕСКОЕ КАЧЕНИЕ двуихроторной поперечной схемы

Пара кольцеобразных полукрыльев в симметричной схеме образуют экстремально большое удлинение  $\lambda > 20$ ,  $\lambda = 8 / (\pi(1 - (r/R)^2))$  и минимальное индуктивное сопротивление  $C_{xi} = C_{y^2} / \pi \lambda$

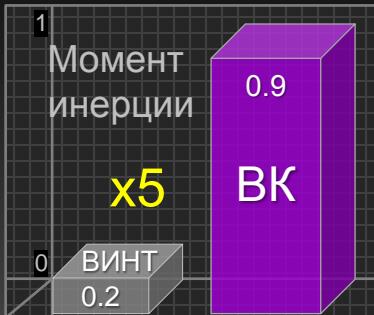


## ◀ Новый режим авторотации роторов ВК ▶

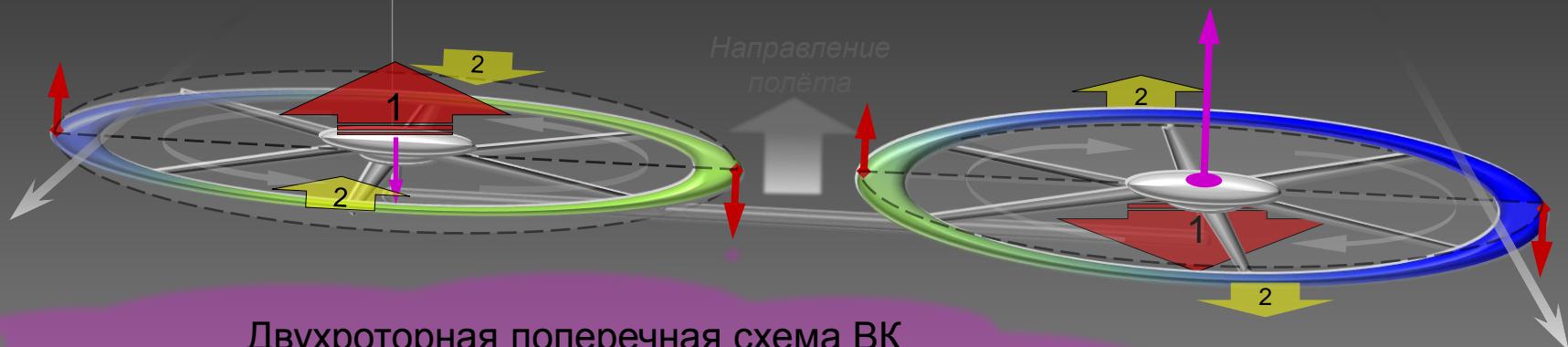
- снижает относительную скорость обтекания  $v \rightarrow \Omega R$ ,
- падает сопротивл. трения внешних сегментов  $C_x \rightarrow 0$ ,
- возрастает коэффициент подъёмной силы до  $C_y > 3$ ,
- **возрастает аэродинамическое качество  $K = C_x/C_y$ .**

# АЭРОГИРОДИНАМИЧЕСКАЯ СТАБИЛИЗАЦИЯ

статическая + динамическая



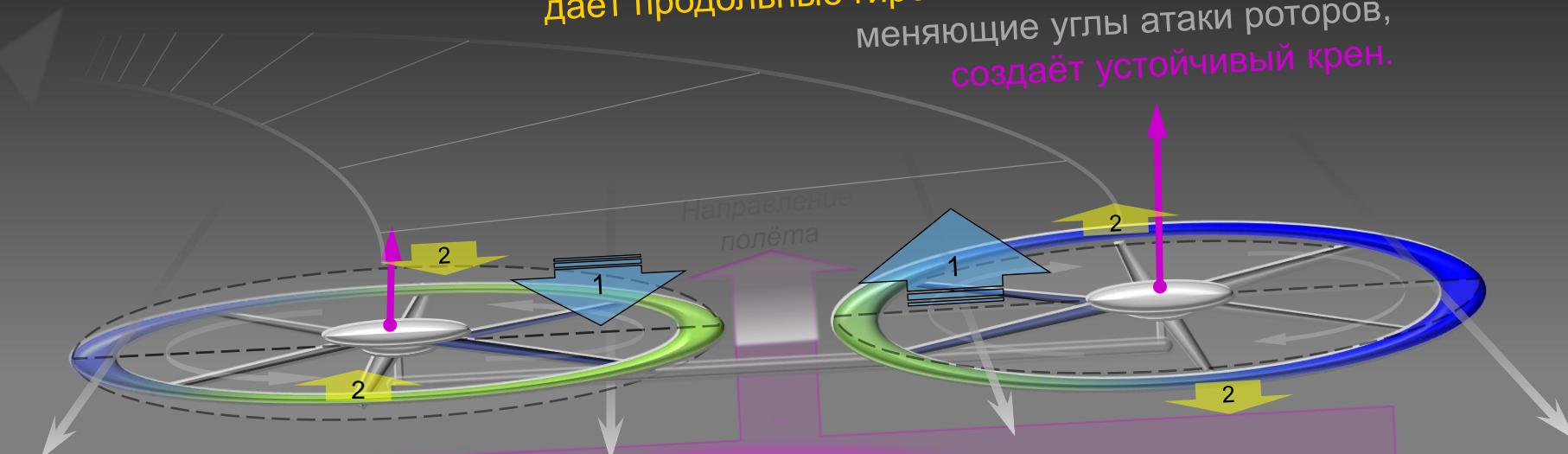
- Знакопеременные возмущения гасят гиростабилизация.
- Возмущения по крену (1) передаются на роторы ВК,
- дают продольные гироскопические моменты (2),
- пропорционально меняющие углы атаки крыла роторов ВК.
- Система сохраняет, восстанавливает исходное положение.



Двухроторная поперечная схема ВК  
уникально стабильна в турбулентном потоке!

# АЭРОГИРОДИНАМИЧЕСКАЯ УПРАВЛЯЕМОСТЬ

Большой запас подъёмной силы наступающих лопастей (1), даёт продольные гироскопические моменты (2), меняющие углы атаки роторов, создаёт устойчивый крен.



Гиролёт устойчиво меняет крен, исполняет скоординированные повороты и форсированные развороты



# ЛА ИВВП

Взлётная масса и перегрузка  
на взлёте зависят от мощности,  
снимаемой с маховика ВК



# ГИРОЛЁТЫ - ЛА ИВВП IVTOL

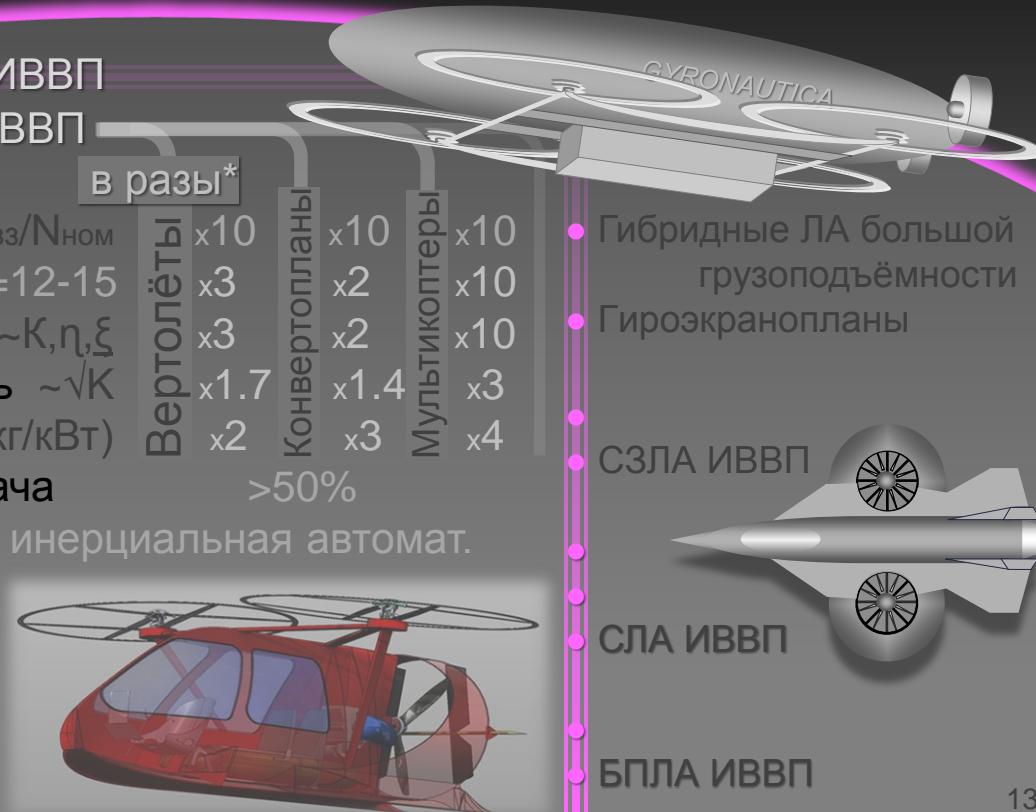
гиростабилизированные летательные аппараты  
с инерциальным вертикальным взлётом и посадкой

## ★ ГИРОЛЁТЫ - широкий спектр ЛА ИВВП

превосходит остальные типы ЛА ВВП

по ключевым параметрам:

		в разы*		
■ Энергетика вертикального взлёта	$N_{вз}/N_{ном}$	x10	Вертолёты	x10
■ Аэродинамическое качество	$K_{ла} = 12-15$	x3	Конвертопланы	x2
■ Максимальная дальность полёта	$\sim K, \eta, \xi$	x3		x10
■ Максимальная, крейсерская скорость	$\sim \sqrt{K}$	x1.7		x10
■ Масса ПН, нагрузка на мощность	(кг/кВт)	x2	Мультикоптеры	x3
■ Весовое совершенство, весовая отдача				x4
■ Безопасность безмоторной посадки	инерциальная автомат.	>50%		
■ Малошумность	-16db...-20db			
■ Всепогодность	Max			
■ Надёжность, ресурс ВК	Max			
■ Простота пилотирования	2.5D			
→ Стоимость лётного часа	Min			



# БПЛА ИВВП ГИРОЛЁТ



Энергетически эффективные БПЛА на роторах ВК демонстрируют уникальную стабильность в полёте



# Автожир + 2ВК = Гиролёт ИВВП

- + Инерциальный вертикальный взлёт на высоту до 150м.
- + Автопилот с автоматической инерциальной посадкой.
- + 3х-кратный рост аэродинамического качества до К~10-12.
- + 3х-кратное увеличение максимальной дальности полёта.
- + Увеличение макс. и крейсерской скорости на 50% - 70%.
- + Силовая гиростабилизация, **всепогодность**, безопасность.
- Без системы управления циклическим шагом лопастей.
- **Без опасных режимов** разбега, PIO, PPO, ... !

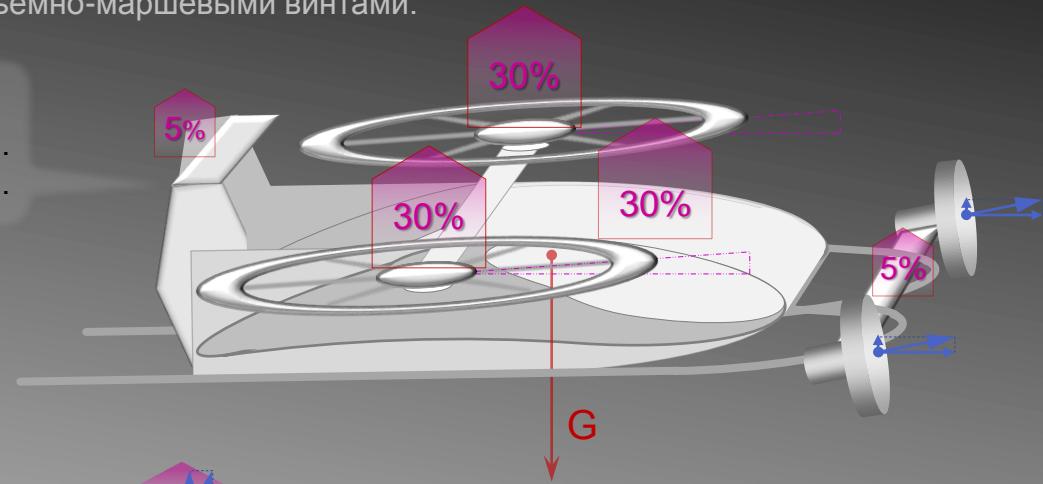
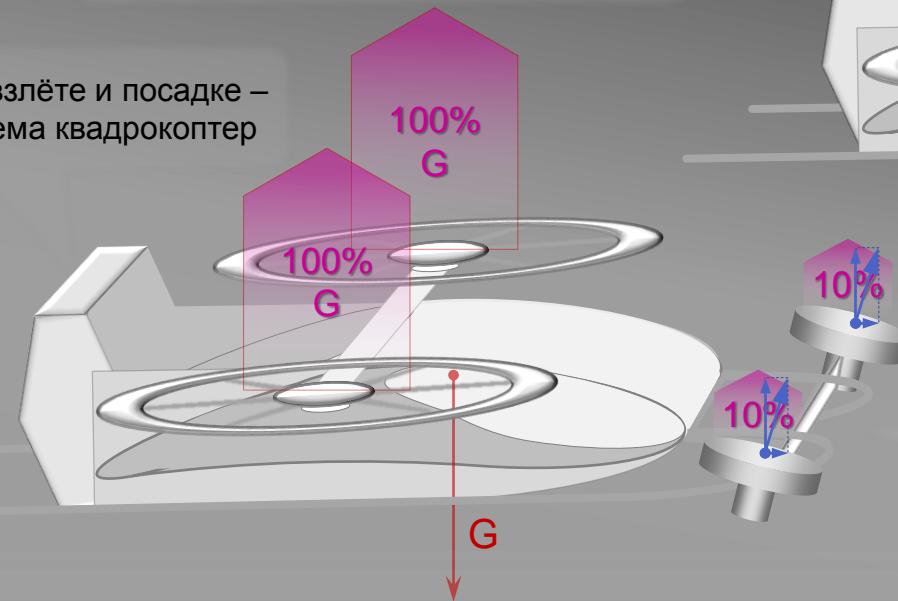


# Продольная + поперечная устойчивость

ГИРОЛЁТ с двумя несущими ВК поперечной схемы, несущим корпусом, передним горизонтальным оперением, двумя поворотными подъёмно-маршевыми винтами.

В полёте - продольно устойчивая утка с ПГО и несущим корпусом.  
Несущие роторы ВК в авторотации.

На взлёте и посадке –  
схема квадрокоптер



ИВВП с перегрузкой +2g  
на 90% инерциальный  
+10% силовой.

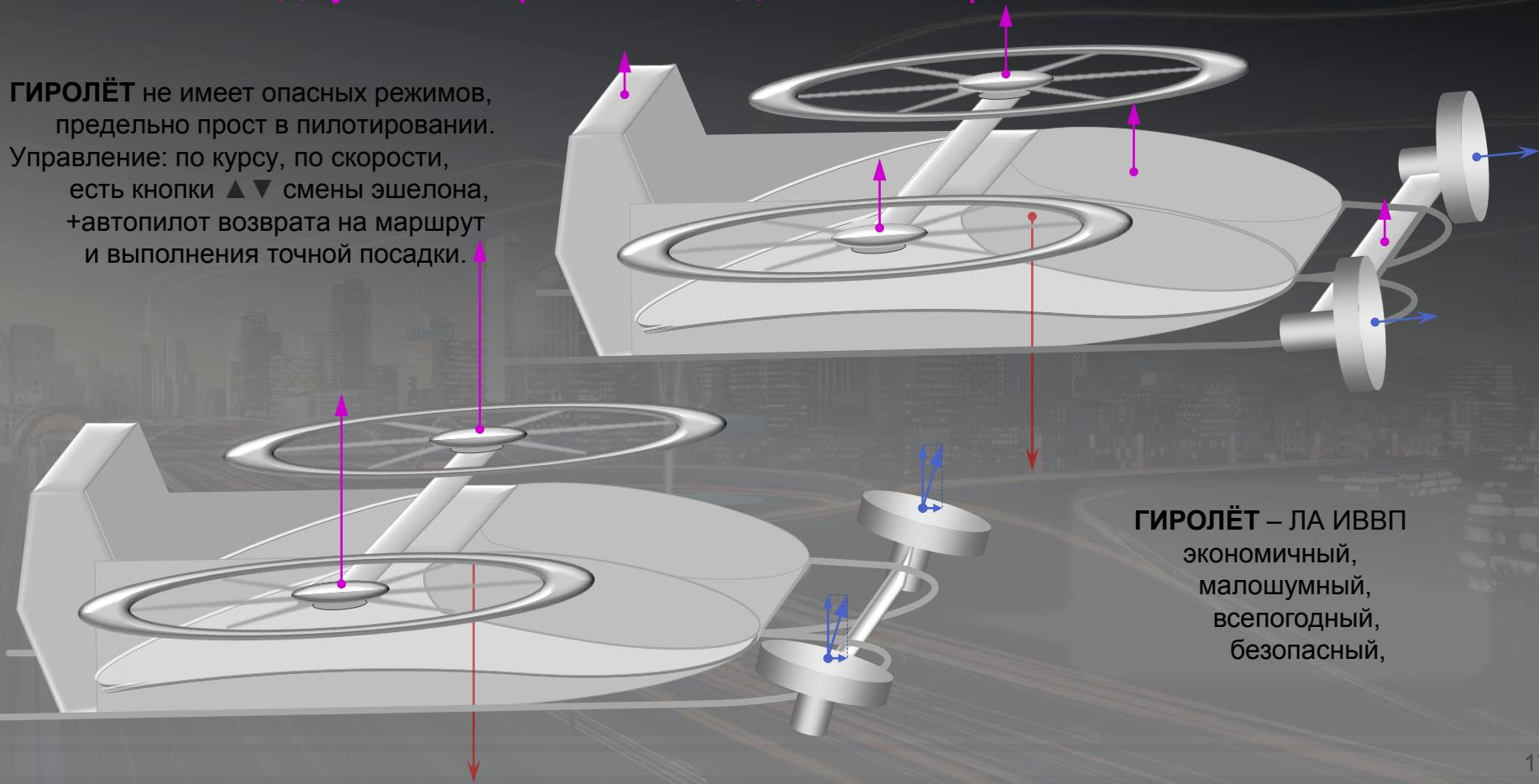
$$\mathbf{N}_{\text{вз}} > 10 \mathbf{N}_{\text{ном}}$$

Взлётная мощность на порядок выше  
мощности двигателей раскрутки ВК.

# ГИРОЛЁТ ДВУХРОТОРНОЙ ПОПЕРЕЧНОЙ СХЕМЫ с двумя поворотным подъёмно-маршевыми винтами

G221

**ГИРОЛЁТ** не имеет опасных режимов,  
предельно прост в пилотировании.  
Управление: по курсу, по скорости,  
есть кнопки ▲▼ смены эшелона,  
+автопилот возврата на маршрут  
и выполнения точной посадки.

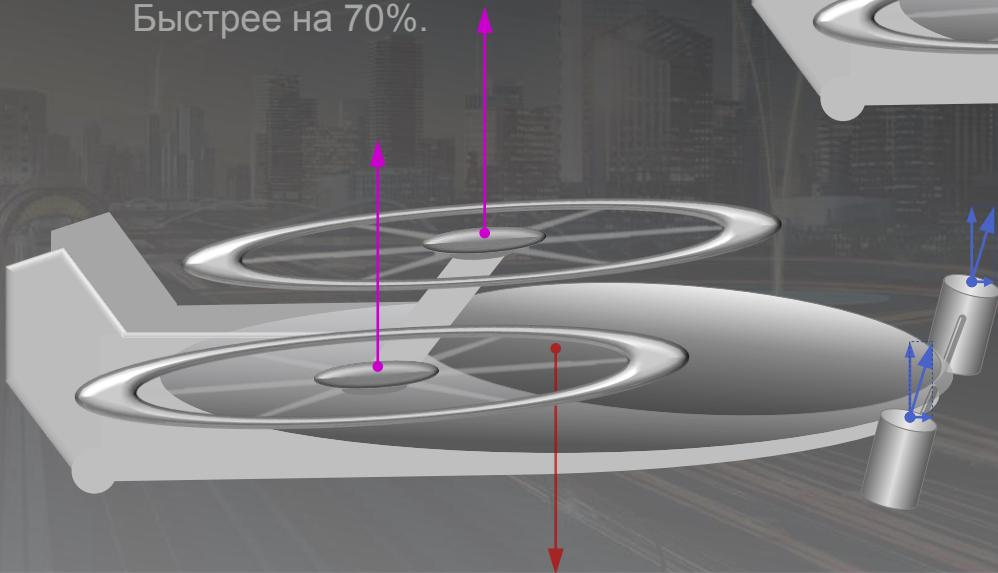


**ГИРОЛЁТ – ЛА ИВВП**  
экономичный,  
малошумный,  
всепогодный,  
безопасный,

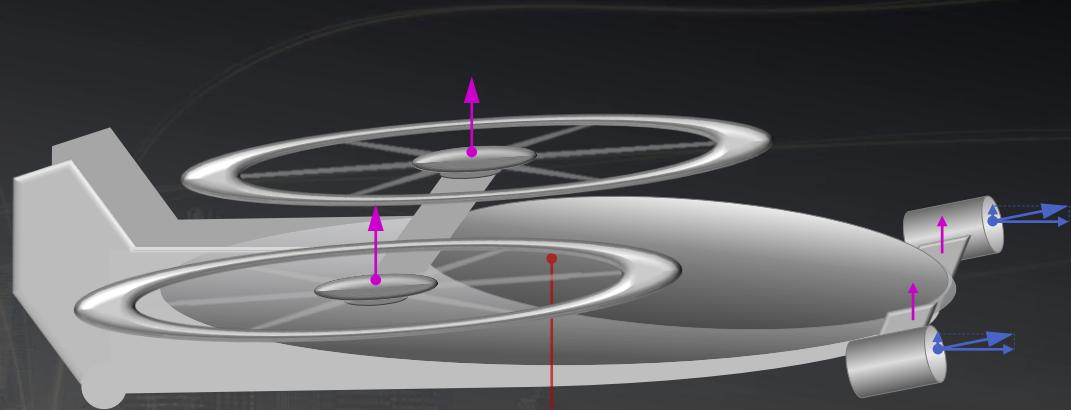
# ГИРОЛЁТ ДВУХРОТОРНОЙ ПОПЕРЕЧНОЙ СХЕМЫ с двумя поворотным подъёмно-маршевыми ГТД

G221

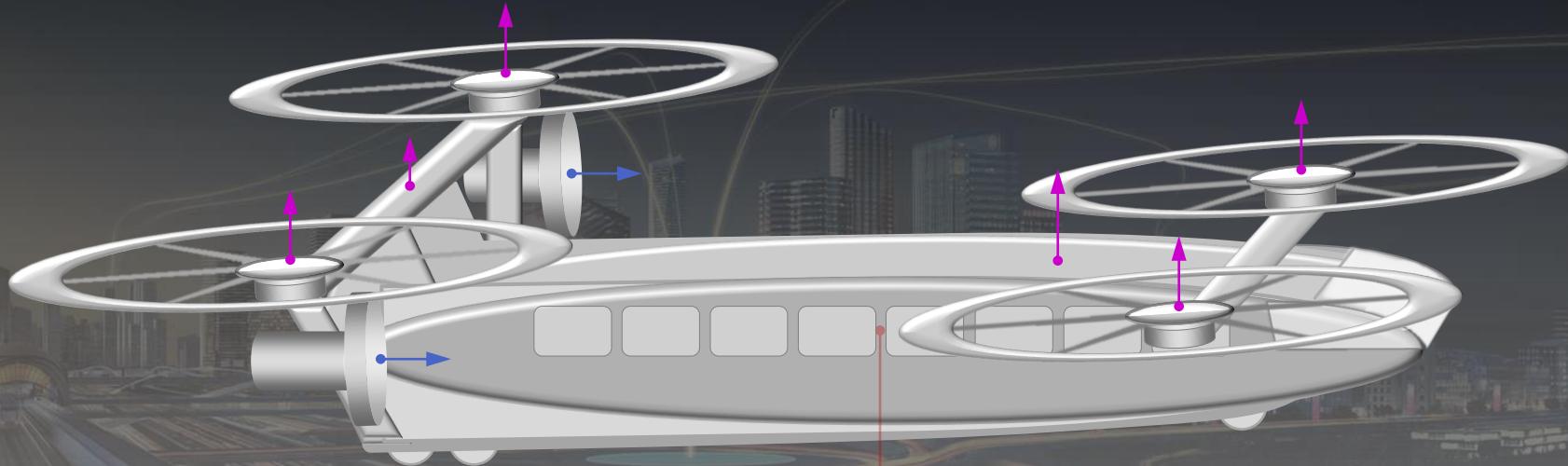
ГИРОЛЁТ  
с К=12-15 по экономичности  
и дальности полёта в 3 раза  
превосходит ВЕРТОЛЁТЫ.  
Быстрее на 70%.



ГИРОЛЁТ –  
самый эффективный ЛА ВВП  
по всем параметрам  
(кроме? 3D пилотажа)



с четырьмя несущими роторами ВК  
и двумя фиксированными маршевыми винтами



ГИРОЛЁТЫ – широкий спектр ЛА и ВВП  
разных аэродинамических и компоновочных схем,  
под разные задачи и массы полезной нагрузки.

АВИАМЕТРО  
автоматический  
маршрутный  
авиатранспорт



# Почему именно Гиролёт? Почему ИВВП?

Аэромобильность XXI



автоматическое  
АВИАТАКСИ



Потому, что НЕТ других законов ФИЗИКИ!

ПОТЕНЦИАЛ  
ТЕХНОЛОГИИ



**GYROCRAFT**

Автоматические ЛА ИВВП

**\$1 000b**

• Morgan Stanley Research  
market \$1.5 – \$2.9 trillion by 2040



**ГАС**

геостационарные  
атмосферные спутники

**5G**

**\$100b**



**GYROKITE**

Привязные летательные аппараты

B2C \$5b  
B2B \$3b  
B2G \$2b

**\$10b**



# ЭТАПЫ РАЗВИТИЯ

- ✓ 2014 **Получен патент RU2538737** на группу изобретений «Ротор Воздушное колесо, ...»
- ✓ 2015 **Учрежден ООО “ГИРОНАВТИКА”.** *Skoltech, Skonnect-2015, NAVITERRA-2015.*
- ✓ 2016 **Цикл НИОКР** по аэродинамике ротора Воздушное колесо и летательных аппаратов.
- ✓ 2017 **На летающих MVP** отработаны устойчивые схемы. *M/н Съезд Telecomtrend-2017.*
- ✓ 2018 **Технологии** автомеханических роторов ВК. *Финал конкурса 100-летия ЦАГИ.*
- ✓ 2019 Старт Экспертизы ЦАГИ технологий ГИРОНАВТИКА. *MyTech, Sky.Tech.Pro, МАКС-2019.*
- **2020 Прототип GYROKITE.** *Финальные стадии патентования США, Европы, Китая, ...*
- **2021 Старт производства и продаж** лёгких моделей Gyrokite (b2c, b2b),  
проектирование автоматических комплексов, телекоммуникационных платформ.



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

[gyronautica@mail.ru](mailto:gyronautica@mail.ru)

[gyronautica@gmail.com](mailto:gyronautica@gmail.com)

КОНТАКТЫ

Gyronautica project

Кузиков Сергей

+7 911 2271215

ПРОЕКТ

# ГИРОЛЁТ



[Видео](#)





Санкт-Петербург

Разработчики технологии:

1. ООО «Гиронавтика» Разработчик и владелец технологий на роторах Воздушное колесо
2. АО «ЛОМО» ЦКБ Разработчик модулей атмосферной оптической связи по ТЗ проекта



Великий Новгород Промышленное производство

1. АО «СКТБ РТ» Специальное конструкторско-технологическое бюро по релейной технике
2. АО «НПП «Старт»» Научно-производственное предприятие «Старт»



РАН

Научно-методическое сопровождение:

1. ИПУ РАН ФГБУН Институт проблем управления им. Трапезникова РАН (Москва)
2. СПИИ РАН ФГБУН Санкт-Петербургский институт информатики и автоматизации РАН