

ГЕОСТАЦИОНАРНАЯ АТМОСФЕРНАЯ СЕТЬ

краткое описание проекта

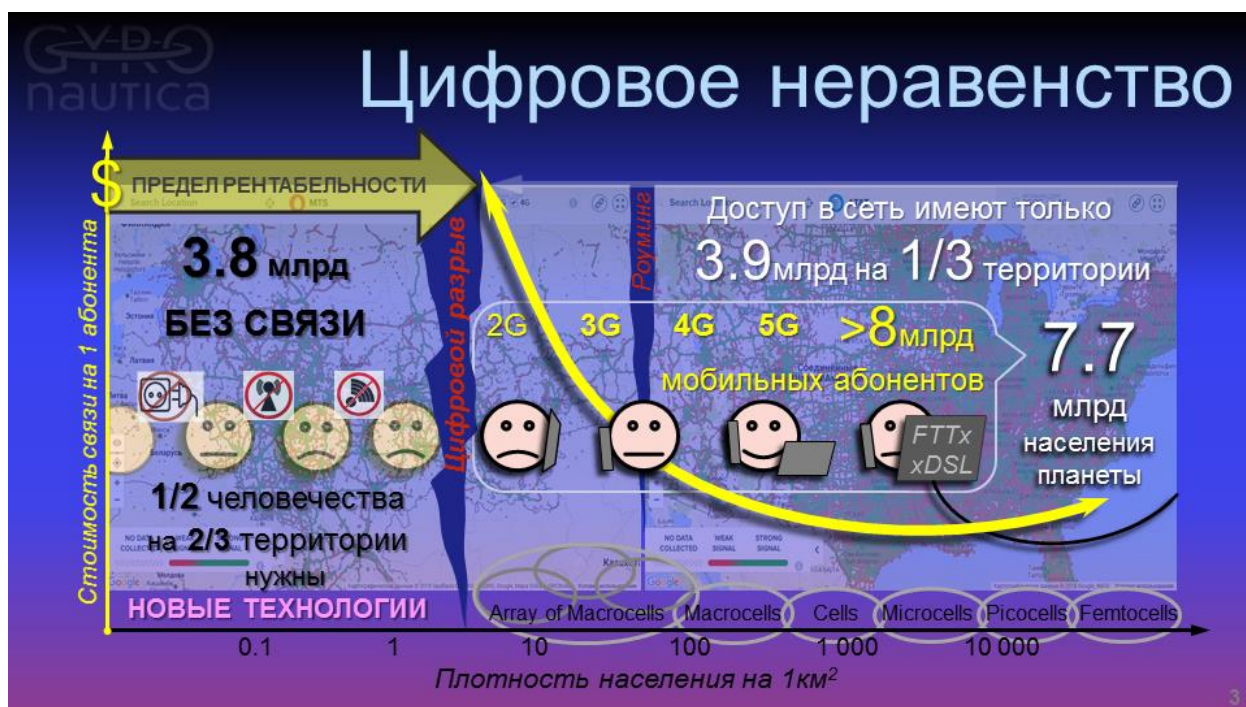


ПОЧЕМУ БУКСУЕТ РАСШИРЕНИЕ ЗОНЫ ПОКРЫТИЯ?

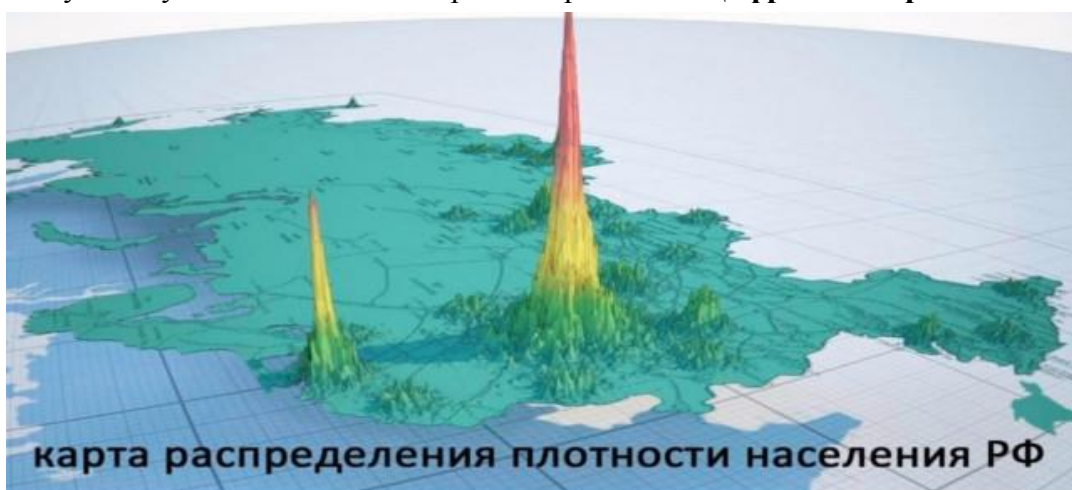
ПРОБЛЕМА «ЦИФРОВОГО РАЗРЫВА»

Существующие технологии связи смогли дать доступ в Интернет лишь половине человечества на 1/3 поверхности суши. Активно идёт смена поколений технологий сотовой связи 3G, 4G, 5G, растут скорости мобильного широкополосного доступа (МШПД).

С падением плотности абонентов, отдалением от магистральных каналов и надёжных источников энергии резко возрастает стоимость связи. Когда она упирается в предел платёжеспособности возникает мировая проблема - «**Цифровой разрыв**». В современной экономике, опирающейся на информационные технологии, данная проблема неизбежно влечёт тяжёлые социальные, макроэкономические и политические последствия.



Остро проблема покрытия связью стоит в России, 2/3 территории имеют плотность населения менее 3 чел/км² вдали от каналов связи и надёжного энергоснабжения. Большая часть территории страны исключена из полноценной хозяйственной деятельности. Внутри России существует и всё более обостряется проблема «**Цифрового неравенства**».



ВЫВОД №1. РОССИИ И МИРУ НЕОБХОДИМЫ экономически эффективные экологически чистые **НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ** покрытия мобильной связью обширных территорий с низкой плотностью абонентов вдали от каналов связи.

Необходимо: 1. Поднять базовые станции; 2. Дать им доступ в сеть; 3. Обеспечить энергией.

СПУТНИКОВЫЕ СИСТЕМЫ СВЯЗИ (ССС)

Выше всех летают космические аппараты (КА), искусственным спутникам Земли. Геостационарные спутники (расположены в экзосфере) GEO, на высотах ~ 36 000 км, Низкоорбитальные группировки (в термосфере и выше) LEO, на высотах 160...2000 км.

Спутники накрываются гигантские зоны, но не в состоянии их покрыть МШПД. Суровые законы физики и экономики оставляют им сегменты ТВ-вещания и телефонии над морем. Спутниковая телефония – дорогая связь вне зданий через громоздкий аппарат. Спутниковый широкополосный доступ сложнее и дороже, возможен только через абонентскую аппаратуру с большими узконаправленными антеннами (фиксированными для GEO, управляемыми для LEO) при условии, если КА находится в зоне станции наземной инфраструктуры, подключённой к магистральным каналам связи и сети энергоснабжения.

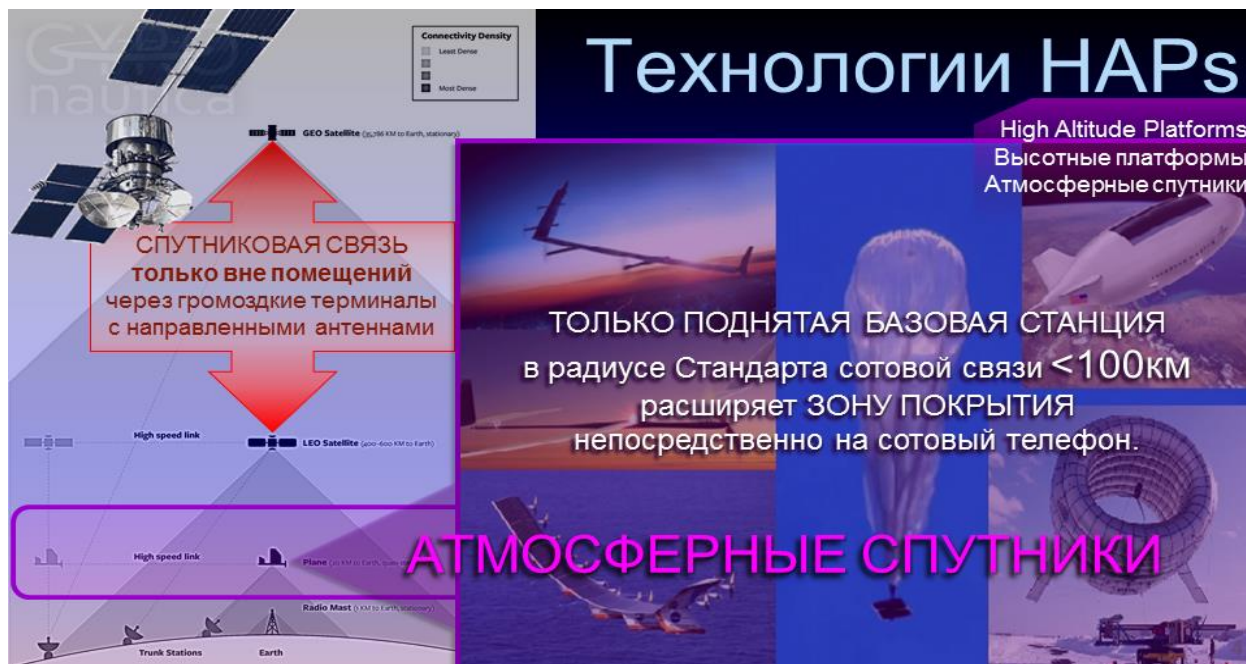
Проекты СССР для МШПД – проекты спасения ракетно-космических программ. SpaceX: Starlink (12 000 LEOsat + 1 000 000 станций наземной инфраструктуры) > \$10b. Роскосмос: «Сфера» (640 КА «Гонец» для 10М абонентов 9.6...64Kbps) = 1 500 млрд.руб!!!

Без мощных межспутниковых каналов не будет Интернета в океане, в пустыне, в Сибири и, тем более, в Арктике. Наклонение 53° орбиты КА Starlink ограничивает зону покрытия до 57° северной и южной широты.

ВЫВОД №2. Засорять космос БЕСПОЛЕЗНО, экономически и экологически ОПАСНО.

АТМОСФЕРНЫЕ СПУТНИКИ

HAPS – High-Altitude Platform Station / High-Altitude Pseudo-Satellite высотные платформы, атмосферные спутники. Атмосферные спутник, псевдоспутник, Atmosat, Ballonsat, Geostationary ballon satellite (GBS) - маркетинговые термины для летательных аппаратов, работающих в атмосфере на больших высотах в течение длительного времени, предоставляющие услуги, обычно предоставляемые искусственными спутниками земли.



МШПД мобильный широкополосный доступ – связь в высокочастотных диапазонах в прямой видимости БС. Современные стандарты сотовой связи (LTE, 5G / IMT-2020) обеспечивают макс.дальность мобильной связи до 100 - 150 км от базовой станции.

С высоты (дальности) >100км ШПД возможен через абонентскую аппаратуру с направленными антеннами. Только подъём БС в атмосфере увеличивает зону покрытия сотовой связи без дополнительных абонентских терминалов и громоздких антенн.

Подъём БС до высоты 10 км увеличивает радиус зоны прямой видимости с учётом необходимого угла возвышения и рельефа местности. Подъём выше 20 км уже сокращает площадь зоны покрытия сотовой связи, рационален в горах и для территорий сильно пересечённой местности.

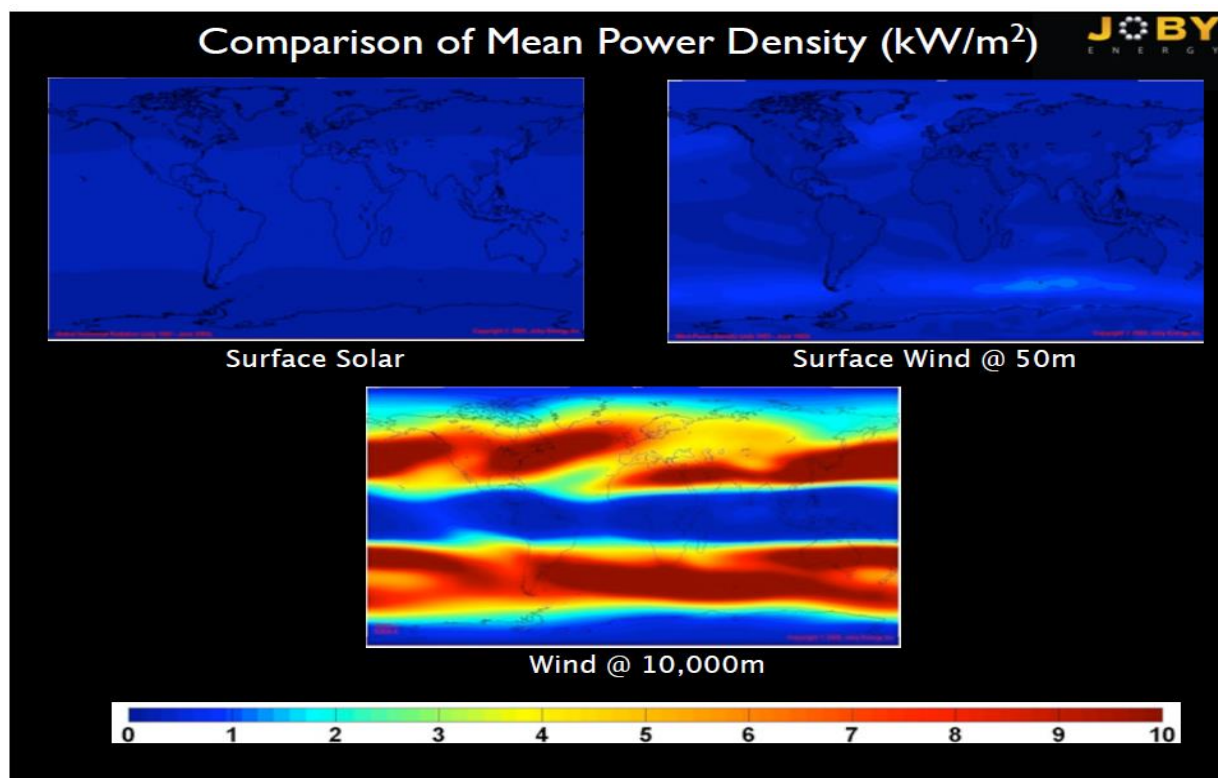
ВЫВОД №3. Расширить зону покрытия сотовой связи способны только базовые станции на атмосферных спутниках с высот 10-20 км.

ЭНЕРГЕТИКА ТЕЛЕКОММУНИКАЦИЙ

Панели солнечных батарей - традиционный источник энергии атмосферных спутников, и аэродинамических, и аэростатических, но в отличие от космических аппаратов атмосферным спутникам требуется многократно больше энергии для полёта, удержания на высоте в зоне дежурства, на постоянную борьбу с мощным высотным ветром. Но, если низкоорбитальный КА заходит в тень земли на короткое время, атмосферным спутникам приходится держаться на аккумуляторных батареях большую часть суток.

Низкий КПД солнечных батарей, невозможность развернуть панели к низкому Солнцу, большие затраты энергии на удержание в разряжённых слоях стратосферы, на борьбу с ветром, тяжёлые АКБ, всё факторы приводят к гигантским массам, размерам и стоимости летающего ретранслятора.

Печальнее всего, что технологии с солнечными панелями не работают в России даже летом, в умеренных и высоких широтах с низким Солнцем. Ни один летательный аппарат не поднимет АКБ на полярную ночь.

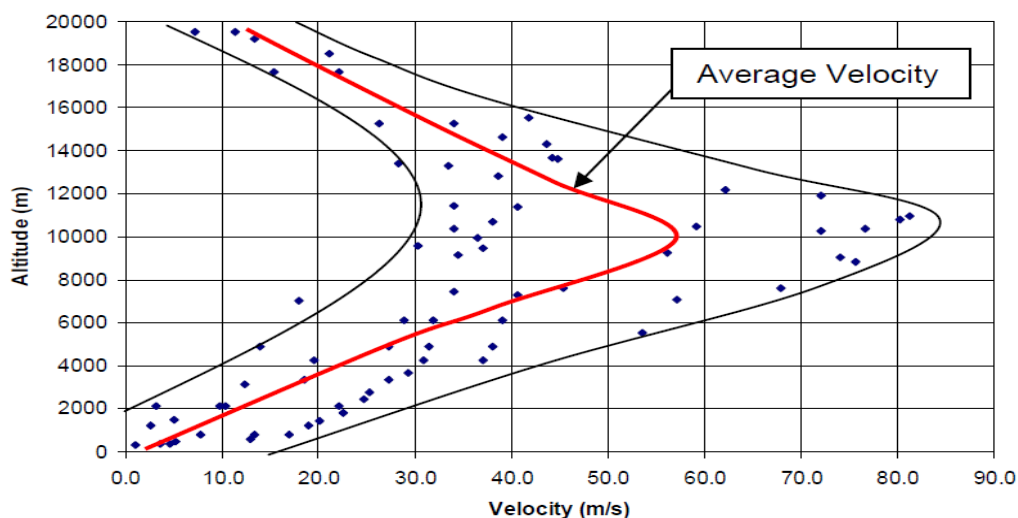


ВЫВОД №4. Нерационально пытаться собирать слабую солнечную энергию для борьбы с высотным ветром вдали от экватора.

ВЫСОТНЫЙ ВЕТЕР

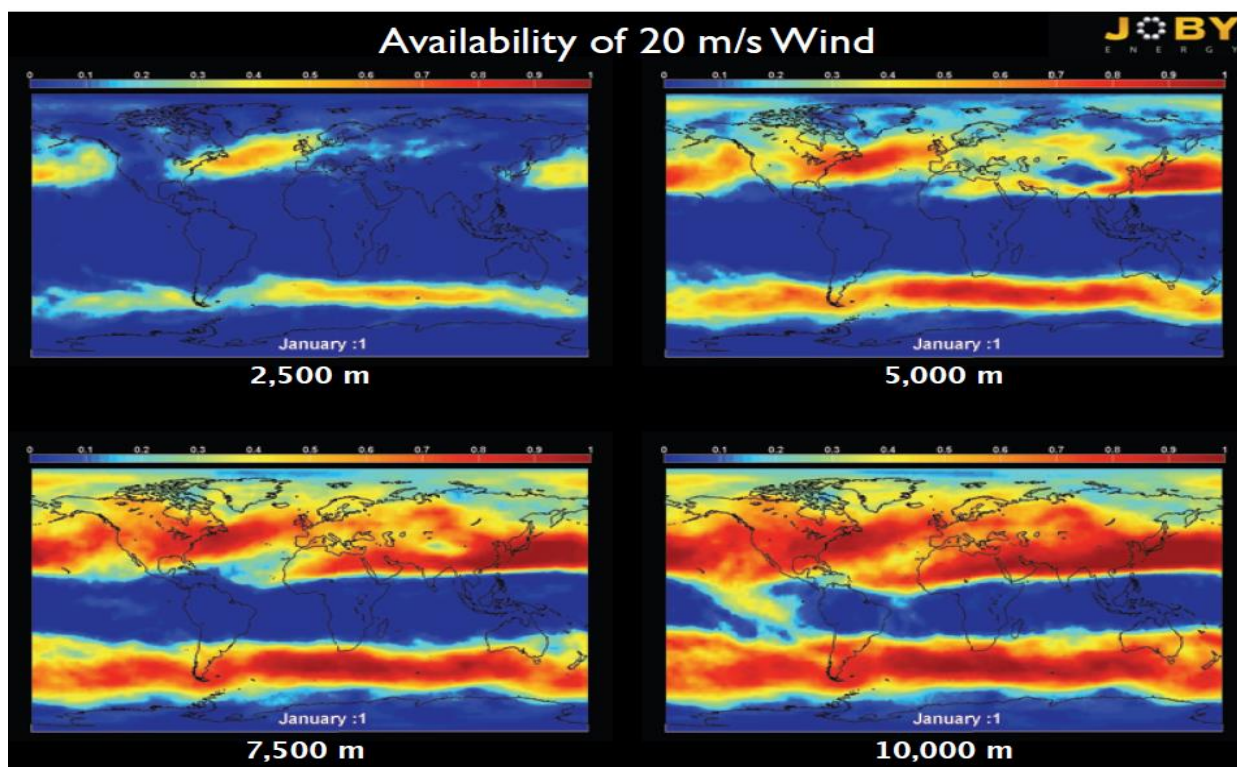
С подъёмом в тропосфере растёт средняя скорость ветра, максимальных значений 30...80 м/с ветер достигает в тропопаузе, на границе тропосферы и стратосферы.

Wind Velocity Vs. Altitude



Самые сильные течения — это высотные струйные течения глобальные ветра с запада на восток, полярные на высоте 9...12 км и субтропические на высоте 10...16 км. В высотных струйных течениях зафиксирована скорость ветра ~400 км/ч. Выше тропопаузы в стратосфере скорость ветра плавно снижаться до локального минимума на 20...23 км.

Высотный ветер — надёжный источник чистой энергии высокой плотности в среднем 5...10 кВт/м² с малыми колебаниями мощности в течение суток и в течение года. Глобальный ресурс для широт от 20°...70°, где проживает более 85% населения планеты, постоянных высотных ветров нет над полюсами и над экватором.



ВЫВОД №5. Самый надёжный и мощный источник энергии – глобальный высотный ветер, единственный в Сибири и Арктике зимой и летом на высоте 10...15 км.

ВЫСОТНАЯ ВЕТРОЭНЕРГЕТИКА

Взять энергию высотного ветра способны только привязные аэродинамические аппаратами на несущих роторах. Активные попытки дотянутся до высотных ветров привязными летающими ветрогенераторами на традиционных несущих роторах и качать энергию по кабелю на землю, предпринимались с конца 20 века несколькими командами.



Дальше всех продвинулись два проекта летающих ветрогенераторов Sky WindPower и Baseload Energy представляющие крупные квадрокоптеры на традиционных несущих винтах. Проекты столкнулись с проблемами: Подъём на высоту 10км тяжёлого силового электропроводного кабеля технически сложен и грозит атмосферным разрядом.

Проблемы традиционные несущих винтов:

1. Низкое аэродинамическое качество $K=C_x/C_y$ (отношение подъёмной силы к сопротивлению) даёт малый угол возвышения в полёте на леее.
2. Низкая прочность, малый ресурс, вибрация не позволяет работать в многороторной схеме.
3. Фиксированная геометрия жёстких лопастей оптимальна лишь для одного из трёх режимов:

- вертолётный взлёт,
- набор высоты на авторотации,
- режим ветрогенератора.

ВОЗДУШНОЕ КОЛЕСО

В основе новой технологии лежит инновационный ротор «Воздушное колесо». Новое техническое решение защищено действующим патентом РФ на группу изобретений RU2538737 до 2033 года и заявками на патенты США, Евросоюза, Китая, Канады.

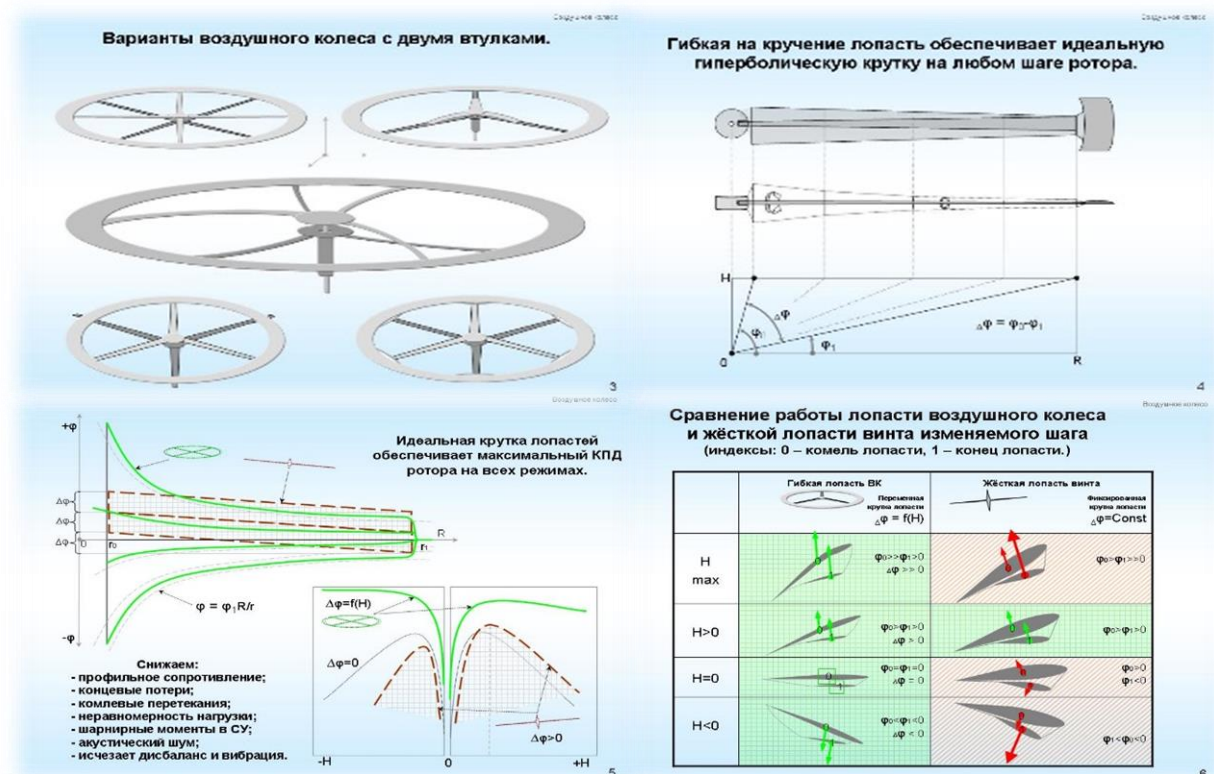
Воздушное колесо (ВК) – гибрид несущего винта и замкнутого крыла, сочетающее и усиливающее достоинства элементов в едином гармоничном роторе. Внешнее замкнутое крыло, натянутое центробежными силами, выполняет одновременно несколько функций:

- ✓ Аэродинамический несущий элемент – тонкое крыло большого удлинения, с минимальным профильным сопротивлением и высоким аэродинамическим качеством $K>20$, устраняющее концевые индуктивные потери лопастей и шум.
- ✓ Силовой элемент, дающий опору концам лопастей, снимающий нагрузку с втулки и системы управления, обеспечивающий большой ресурс ротору.
- ✓ Маховик с максимальным моментом инерции и прямым приводом к лопастям.
- ✓ Гироскоп, стабилизирующий аппарат и реагирующий на внешние возмущения.
- ✓ Ротор прямого электрического привода, двигателя, генератора, опоры, ...

Высокая структурная прочность воздушного колеса с двумя разнесёнными втулками позволяет выдерживать мощный высотный ветер при минимальной массе. Воздушное колесо жёсткое в плане, сохраняет баланс, устраняются причины вибрации - родового проклятия винтокрылых летательных аппаратов.

Уникальное качество ротора ВК — работа с предельно высоким КПД в широком диапазоне изменения общего шага, в 3 разных режимах по направлению потока через диск ротора: в вертолётном режиме, на авторотации, в режиме ветроколеса. Лопастей ВК принципиально отличаются от жёстких вертолётных лопастей, они адаптивные, упругогибкие на кручение, натянуты между ободом и втулкой, имеют эффективный

аэродинамический профиль. Переменная упругость на кручение вдоль лопасти обеспечивает идеальную гиперболическую крутку лопасти и равномерную нагрузку на диск ротора, при любом шаге, в широком рабочем диапазоне.



За последние 10 лет проведён большой цикл НИОКР изучения аэродинамики роторов Воздушное колесо. Новые аэродинамические эффекты обнаружены экспериментально на стендах и подтверждены на летающих моделях. Материалы исследований описаны, представлены в ФГУП ЦАГИ им.Н.Е.Жуковского в 2019 году для углублённого изучения, точного измерения и экспертного заключения по сути проекта.

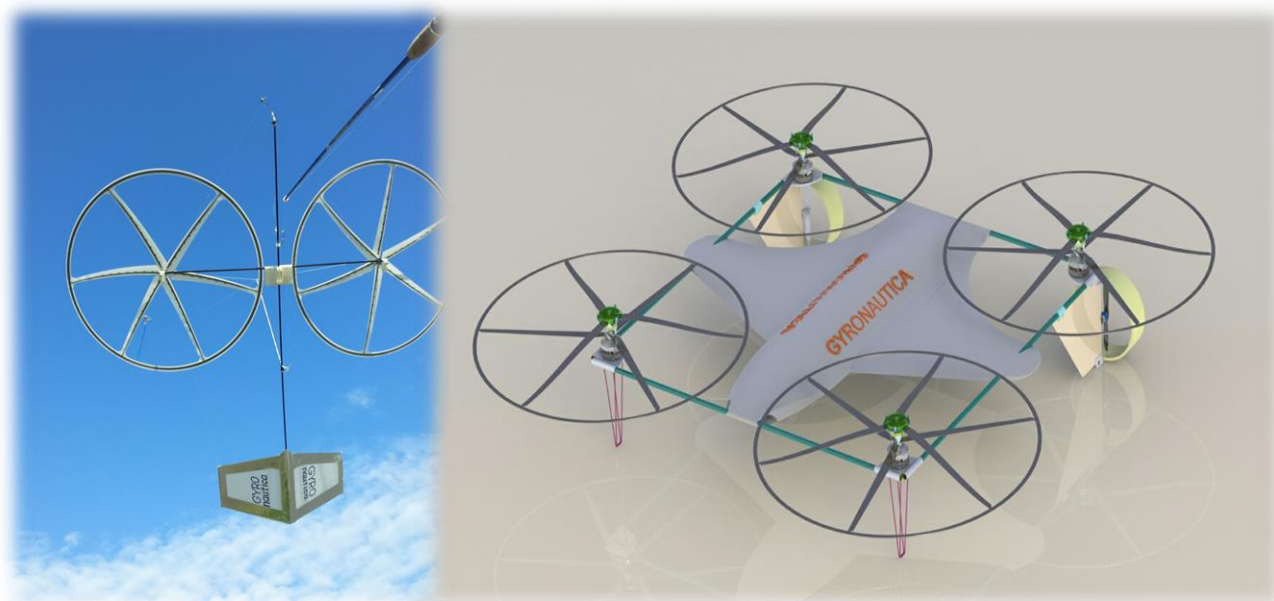
Роторы Воздушное колесо – эффективные несущие винты изменяемого общего шага имеют широкий диапазон масштабирования размеров для широкого спектра летательных аппаратов от миниатюрных до огромных, массой от граммов до тонн.

ГИРОПЛАНЕР

На роторах воздушное колесо реализуется энергетически автономный привязной аэродинамический гиросtabilизированный летательный аппарат вертикального взлёта и вертикальной посадки — гиरोпланер (гирозмей, gyroglider, gyrokite).

Гиरोпланер – гибрид автожира, мультикоптера и воздушного змея, использует авторотацию аналогично привязным автожиром (rotorkite), как мультикоптер имеет вертикальный взлёт и несколько прочных несущих воздушных колёс с управляемым общим шагом, как воздушный змей висит на привязи имеет несущий корпус, летающее крыло. Конструктивно гироспланер может быть реализован по двухроторной или многороторной схеме, где реактивные моменты роторов противоположного вращения в вертолётном режиме и режиме ветротурбины взаимно компенсируются.

На летающих моделях демонстраторов технологии отработаны аэродинамически устойчивые схемы привязных многороторных летательных аппаратов. Привязной гироспланер двухроторной поперечной схемы демонстрирует устойчивый полёт на леере имеет автоматическую аэрогидродинамическую стабилизацию в турбулентном потоке.



Уникальные качества гиросамолета – неограниченное время полёта в ветровом потоке на привязи, возможность эффективно собирать энергию несущими роторами для питания полезной нагрузки. Высокое аэродинамическое качество несущих роторов и летательного аппарата обеспечивает большой угол возвышения. Для набора высоты при слабом ветре система управления гиросамолета позволяет увеличивать площадь сбора энергии потока, задаёт траекторию полёта широкими галсами поперёк ветра.

ВЫВОД №6. Только привязные аэродинамические аппараты на структурно прочных несущих роторах Воздушное колесо способны взять энергию высотных ветров.

ЮРИДИЧЕСКАЯ ЧИСТОТА ТЕХНОЛОГИИ

Основополагающие документы, регламентирующие использование воздушного пространства в России (Воздушный кодекс РФ (ВК) и Правила использования воздушного пространства (ПВИП)) регулируют условия подъёма привязных аэростатов, при этом никак не ограничивают использование **привязных аэродинамических летательных аппаратов - воздушных змеев**. Ни по массе, ни по высоте, ни по времени, ни по месту подъёма. Гиросамолет – воздушный змей с системой управления и безопасного спуска на площадку обслуживания с заданными координатами.

Деревья, здания, вышки, воздушные змеи, пилотажные управляемые кайты, буксируемые змеи, все привязные аэродинамические летательные аппараты, фактически, **не перемещаются в воздушном пространстве** и по определению ВК и ПВИП **не являются пользователями воздушного пространства**.

Речные бакены и буи не мешают судоходству, дорожные знаки и указатели не мешают автомобильному движению. **Высотные платформы** с сигнальными огнями, отражателями на леере, с системой ADS-B (АЗН-В автоматическое зависящее наблюдение-вещание) неизбежно **станут необходимыми элементами** организации безопасного воздушного движения ОрВД.

Ужесточение правил регистрации и регламента использования БЛА (в США, в России, в Европе) одновременно при либеральном законодательстве по отношению к привязным (аэростатическим и аэродинамическим) платформам вызывает повышенный спрос на такие системы для **легального коммерческого использования**: съёмки, непрерывного мониторинга, телекоммуникаций, и пр.

ГЕОСТАЦИОНАРНЫЕ АТМОСФЕРНЫЕ СПУТНИКИ

Компания Гироснавтика разрабатывает технологию энергетически автономных высотных аэродинамических привязных платформ с неограниченным временем полёта на высотах 10 - 14 км, технологию **сети геостационарных атмосферных спутников ГАС**, связанных атмосферными оптическими линиями передач, для систем мобильного широкополосного доступа (МШПД), точной навигации, мониторинга территорий, акваторий и воздушного пространства, цифрового вещания, метеоконтроля, управления воздушным движением и ещё ряда важных сервисов.



Решение

Высота до 14 км,
Горизонт до 400 км,
Площадь покрытия
30 000 - 300 000 км²
← СверхВысокомолекулярный
ПолиЭтилен СВМПЭ/UHMPE
(Dyneema®, Spectra®, ...
удельная прочность = 378 км)
Леер <15% массы платформы.

ГАС Геостационарный
Атмосферный Спутник

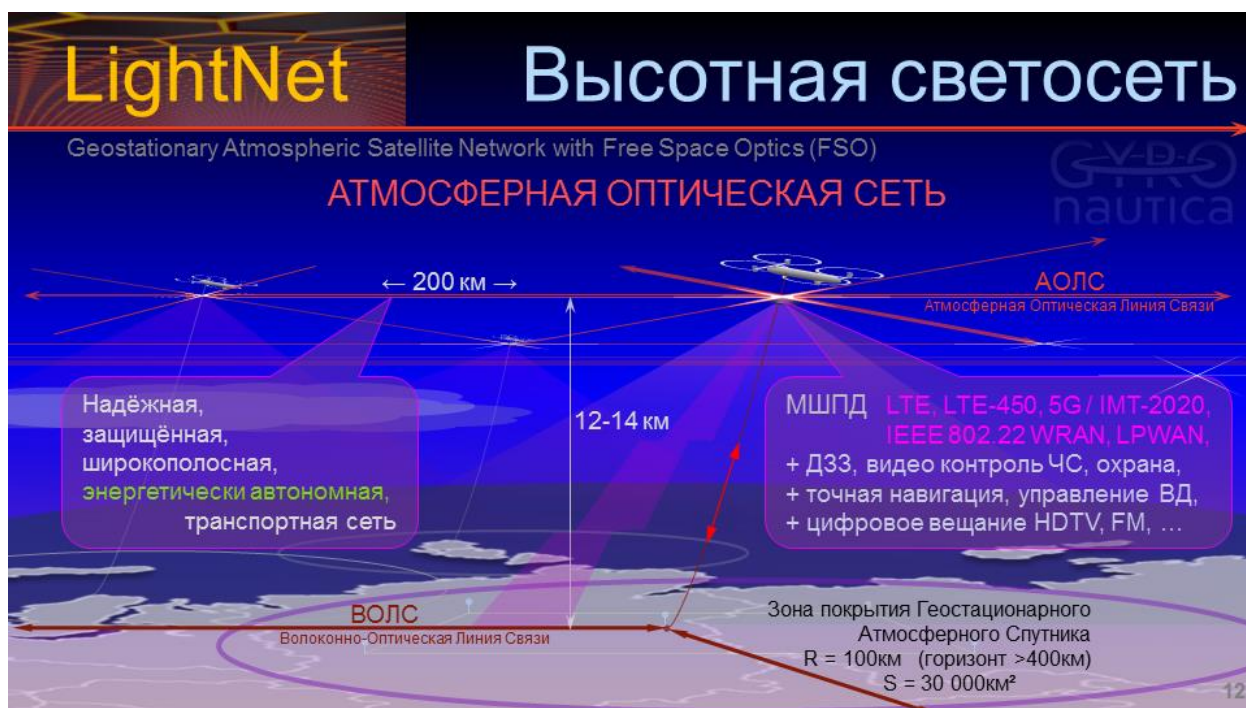
- высотная аэродинамическая привязная платформа на роторах Воздушное колесо

- ✓ Полная энергетическая автономность.
- ✓ Максимальная мощность передатчиков.
- ✓ Минимальные размеры, масса, стоимость.
- ✓ Минимальные капит. и эксплуатац. затраты.
- ✓ Минимальная наземная инфраструктура.
- ✓ Надёжный ОВ канал до Базовой станции.
- ✓ Технология работает на широтах 20°-70° от тропиков до полярных кругов.

8

Технология ГАС совместима с существующими и перспективными технологиями мобильной связи и магистральными оптоволоконными каналами, органично дополняет их. Сложную наземную инфраструктуру заменяет тонкий прочный оптоволоконный подвес, что обуславливает огромный разрыв в стоимости с альтернативными технологиями.

Экзосфера GEO	HAPS технологии	↑H km R km→	Стоимость связи (региона) Затраты \$M CAPEX / OPEX						Энергия покрытия Вт / км²	Min. Rang
Термосфера LEO	Низкоорбитальные группировки спутников Starlink, OneWeb, O3b, Telesat, LeoSat, Сфера	↑300-8063 350-2500→	10b	1000	100	10	1	0.1		12 000 WWAN
Стратосфера	Аэростатические атмосферные спутники Loon (Google)	↑18-23 40→	1000	100	10	1	0.1		400 000 WWAN	
	Аэродинамические атмосферные спутники Helios (NASA), Aquila (Airbus), Zephyr (Facebook),	↑15-25 <100→	1000	100	10	1	0.1	 90% <10%))) передатчик	WRAN	
	Геостационарные атмосферные спутники Gironautica	↑10-15 100-300→	1000	100	10	1	0.1	 Ветер 2-10 кВт/м² >90%))) передатчик	WRAN WMAN	
Тропосфера	Вышки сотовой связи	↑<0.05 0.1-20→	1000	100	10	1	0.1	 ~75%))) передатчик	WLAN	



Ежегодно мелкие возгорания разрастаются до огромных пожаров, уничтожаются **миллионы** гектаров лесов (2018 – 8.674 млн.га, 2003 – 13.5 млн.га), неконтролируемая стихия уничтожает целые посёлки. Ежегодный ущерб от лесных пожаров составляет в среднем 20 млрд. Р (до 85,5 млрд Р в 2010 году).

Государственная граница России 61 тыс.км, полтора экватора. Охрана каждого километра границы обходится > 1 млн.Р в год. *Пограничники просили 658 млрд.Р на 5 лет.*



ВЫВОД №7.

ГАС – экологически чистое и экономически эффективное решение двух проблем связи: магистральных каналов и проблемы «последней мили», **самая эффективная технология** покрытия мобильной сотовой связью обширных территорий с низкой плотностью абонентов.



ТЕКУЩИЙ СТАТУС ПРОЕКТА

- ✓ Действующий российский патент открывает возможность продажи лицензий.
 - ✓ Идут финальные стадии патентования в США, Евросоюзе, Китае, Канаде.
 - ✓ Завершён цикл НИОКР по аэродинамике роторов Воздушное колесо.
 - ✓ На прототипах проверены устойчивые аэродинамические схемы платформ.
 - ✓ Разрабатываются технологии производства элементов платформ ГАС.
 - ✓ Стартовала разработка модулей FSO по техническому заданию проекта.
- Для завершения патентования и запуска MVP в 2020 необходимы 3.5МР.**

Технология СЕТИ ГЕОСТАЦИОНАРНЫХ АТМОСФЕРНЫХ СПУТНИКОВ
на сайте gyronautica.ru, <https://gyronautica.ru/rnd/platforms/>