

ГЕОСТАЦИОНАРНАЯ АТМОСФЕРНАЯ СЕТЬ

аннотация проекта



ПОЧЕМУ БУКСУЕТ РАСШИРЕНИЕ ЗОНЫ ПОКРЫТИЯ?

ПРОБЛЕМА «ЦИФРОВОГО РАЗРЫВА»

Существующие технологии связи смогли дать доступ в Интернет лишь половине человечества на 1/4 поверхности суши. Со сменой поколений технологий сотовой связи 3G, 4G, 5G, не растёт площадь покрытия мобильного широкополосного доступа (МШПД).

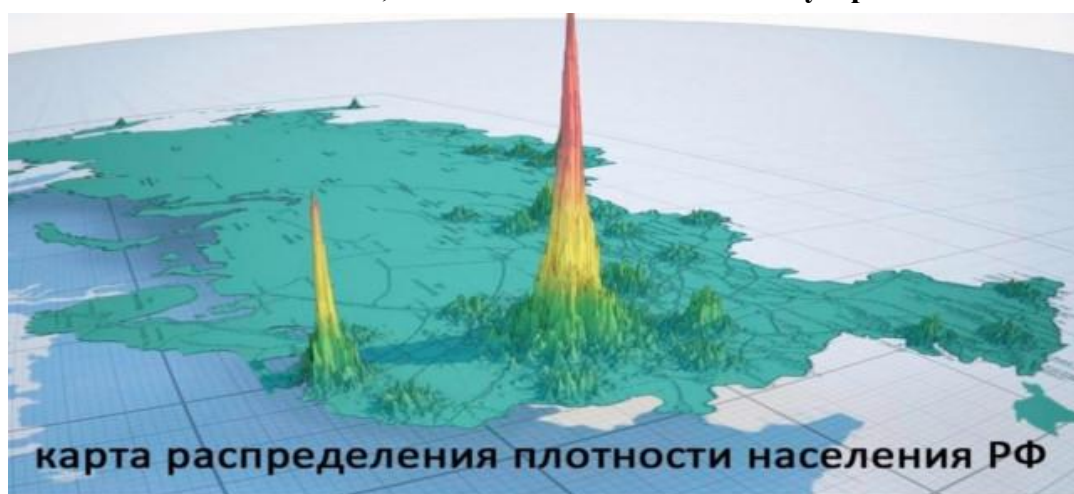
С падением плотности абонентов, отдалением от магистральных каналов и надёжных источников энергии резко возрастает стоимость связи. Когда она упирается в предел платёжеспособности возникает мировая проблема - «Цифровой разрыв».

В современной экономике, опирающейся на информационные технологии, данная проблема неизбежно влечёт тяжёлые социальные и макроэкономические 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».

Базовым станциям 5G необходимо надёжное электропитание, оптоволоконный канал и прямая видимость от 300 000, до 1 миллиона абонентских устройств.



ВЫВОД №1. России и миру необходимы экономически эффективные, энергетически автономные **новые технологии** покрытия мобильной связью обширных территорий с низкой плотностью абонентов вдали от магистральных каналов связи.

СПУТНИКОВЫЕ СИСТЕМЫ СВЯЗИ (ССС)

Выше всех летают космические аппараты (КА), искусственным спутникам Земли. 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. Широкополосный доступ через космический ретранслятор сложнее и дороже, возможен 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.

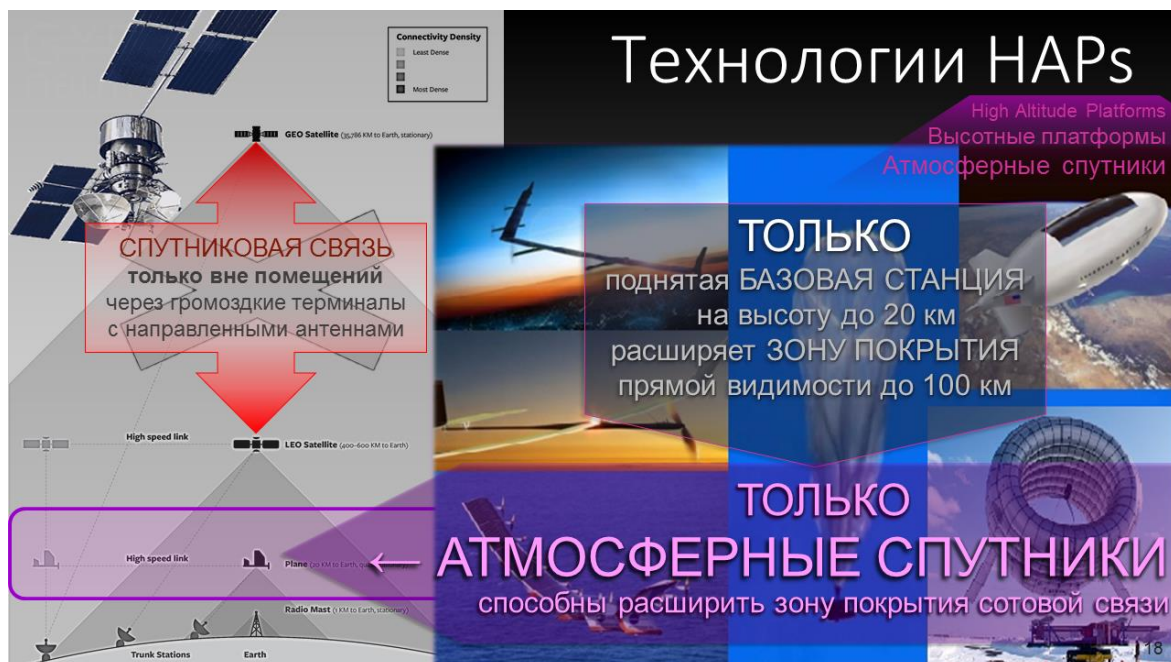
Проекты СССР для МШПД – проекты спасения ракетно-космических программ. SpaceX: Starlink (12 000 LEOsat + 1 000 000 станций наземной инфраструктуры) > \$10b. Роскосмос: «Сфера» (640 КА «Гонец» для 10M абонентов 9.6...6.4Kbps) = 1 500 млрд.руб!!!

Проекты глобальных систем связи многотысячных группировок низкоорбитальных КА и миллиона наземных станций, чрезвычайно дороги, без космических государственных затрат ждут банкротство, как уже почти всех операторов спутниковой телефонии.

ВЫВОД №2. Засорять космос экономически НЕЭФФЕКТИВНО, 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 представляемые искусственными спутниками Земли.



МШПД мобильный широкополосный доступ – связь в высокочастотных диапазонах в прямой видимости. Современные стандарты сотовой связи (LTE, 5G / IMT-2020) обеспечивают максимальную дальность мобильной связи до 100-150км от базовой станции. С орбиты сотовая связь невозможна, спутниковый ШПД возможен только на открытой местности, только через громоздкую абонентскую аппаратуру с направленными антеннами.

Только подъём базовой станции (БС) в атмосфере увеличивает зону покрытия сотовой связи без дополнительных абонентских терминалов и антенн. Подъём БС до высоты 15 км увеличивает радиус зоны прямой видимости с учётом необходимого угла возвышения и рельефа местности. Подъём выше 20 км уже сокращает площадь пятна покрытия сотовой связи, рационален в горах, для территорий пересечённой местности. Не забываем, БС5G необходим скоростной оптоволоконный канал в транспортную сеть ВОЛС.

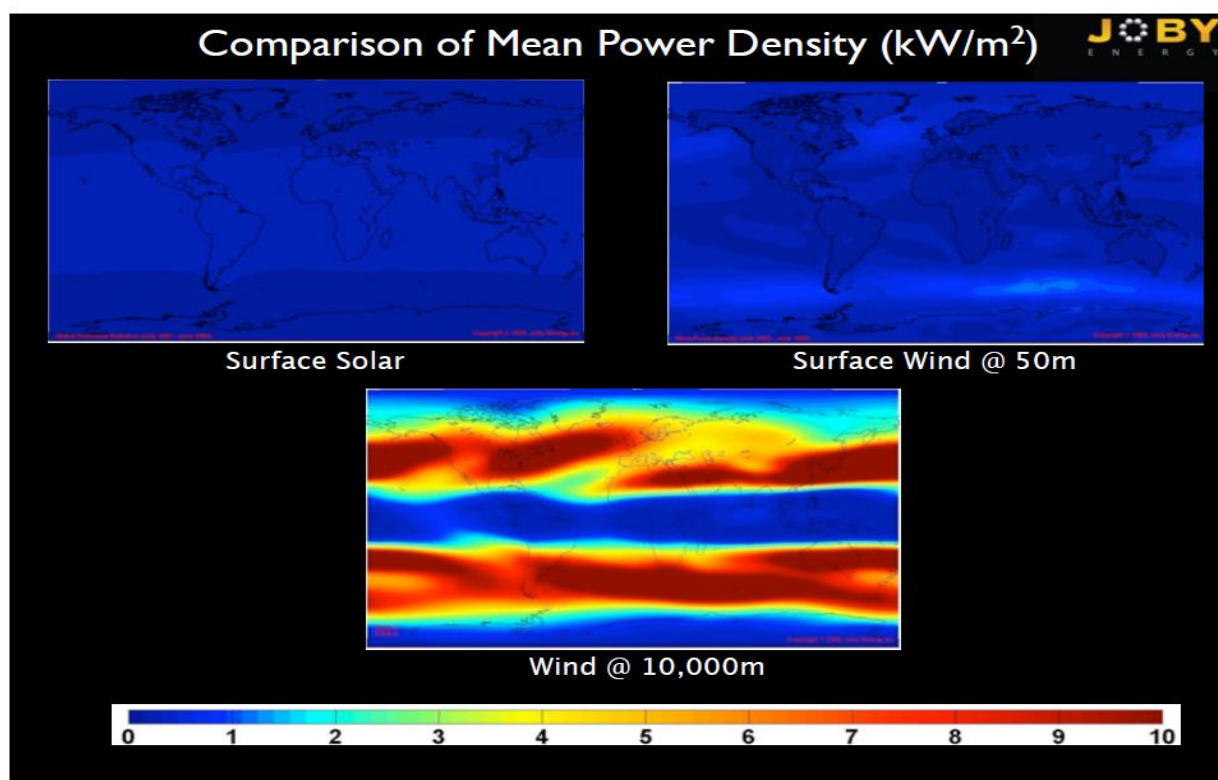
ВЫВОД №3. Расширить зону покрытия сотовой связи способны только базовые станции на атмосферных спутниках с высот 10-20 км.

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 огромным массам, гигантским размерам и высокой 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 способен поднять топлива или АКБ на полярную ночь.

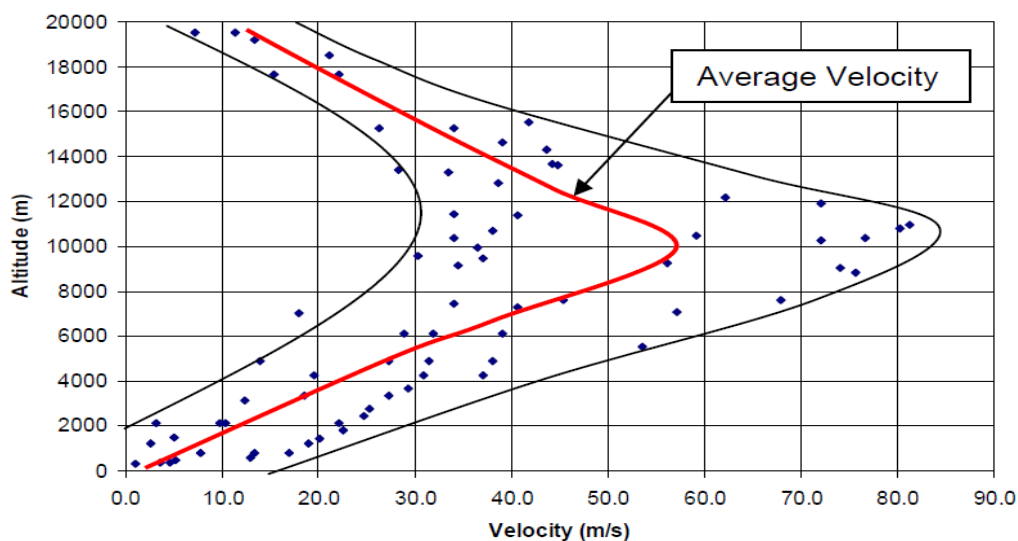


ВЫВОД №4. Нерационально пытаться собирать слабую солнечную энергию вдали от экватора для борьбы с мощным высотным ветром.

ВЫСОТНЫЙ ВЕТЕР

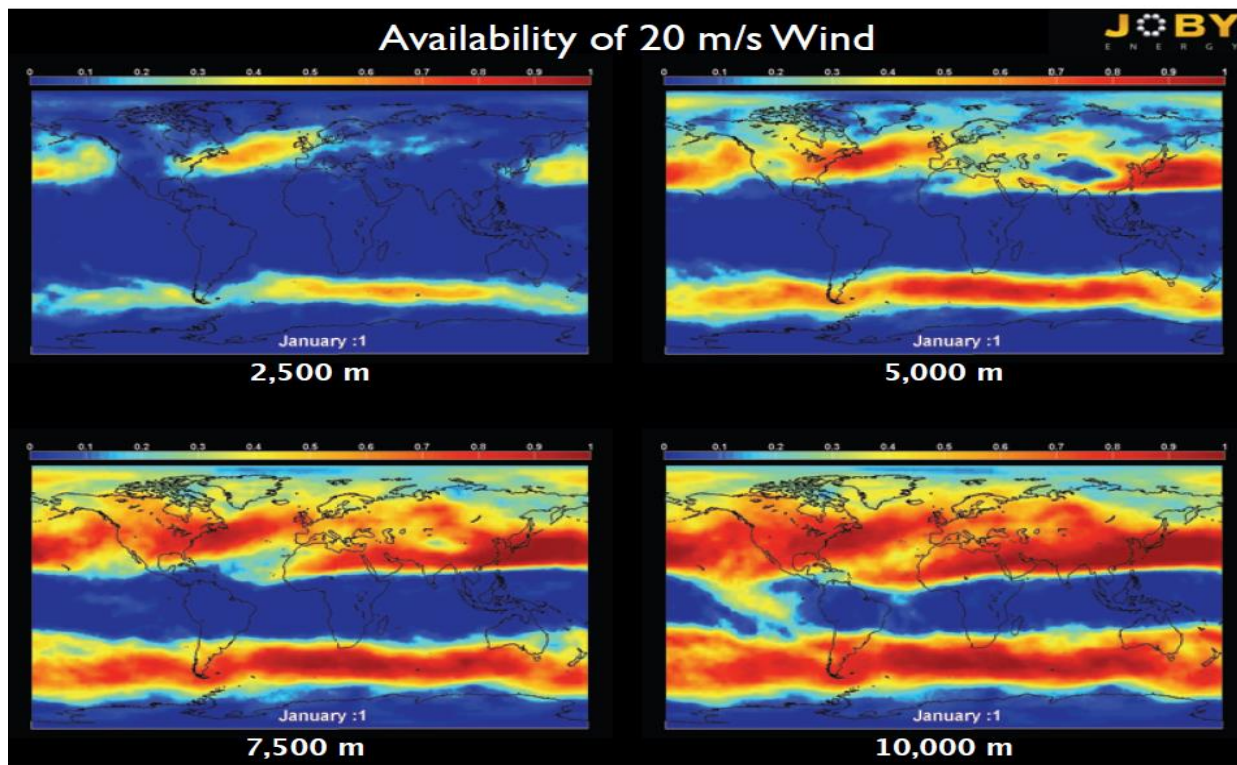
С подъёмом в тропосфере растёт стабильность и средняя скорость ветра, макс. значений 30...80 м/с ветер достигает в тропопаузе, на границе тропосферы и стратосферы.

Wind Velocity Vs. Altitude



Самые сильные ветровые потоки — это высотные струйные течения, глобальные ветра с запада на восток, полярные на высоте 9...12 км и субтропические на 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 минимальными суточными и сезонными колебаниями мощности. Глобальный ресурс для широт от 20°...70°, где проживает более 85% населения планеты. Стабильных высотных ветров нет только над полюсами и над экватором.



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

ВЫСОТНАЯ ВЕТРОЭНЕРГЕТИКА

Энергию высотного ветра способны взять только **привязные** аэродинамические аппараты на несущих роторах. Активные попытки дотянутся до высотных ветров привязными летающими ветрогенераторами на традиционных несущих роторах, 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 $K=C_y/C_x$ (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.

Высотной платформе необходимы три режима.

ВОЗДУШНОЕ КОЛЕСО

В основе новой технологии лежит инновационный ротор «Воздушное колесо». Новые технические решения защищены действующими патентами на группу изобретений РФ RU2538737, США US10967964 до 2034 года, заявками на патенты ЕС, Китая, Канады.

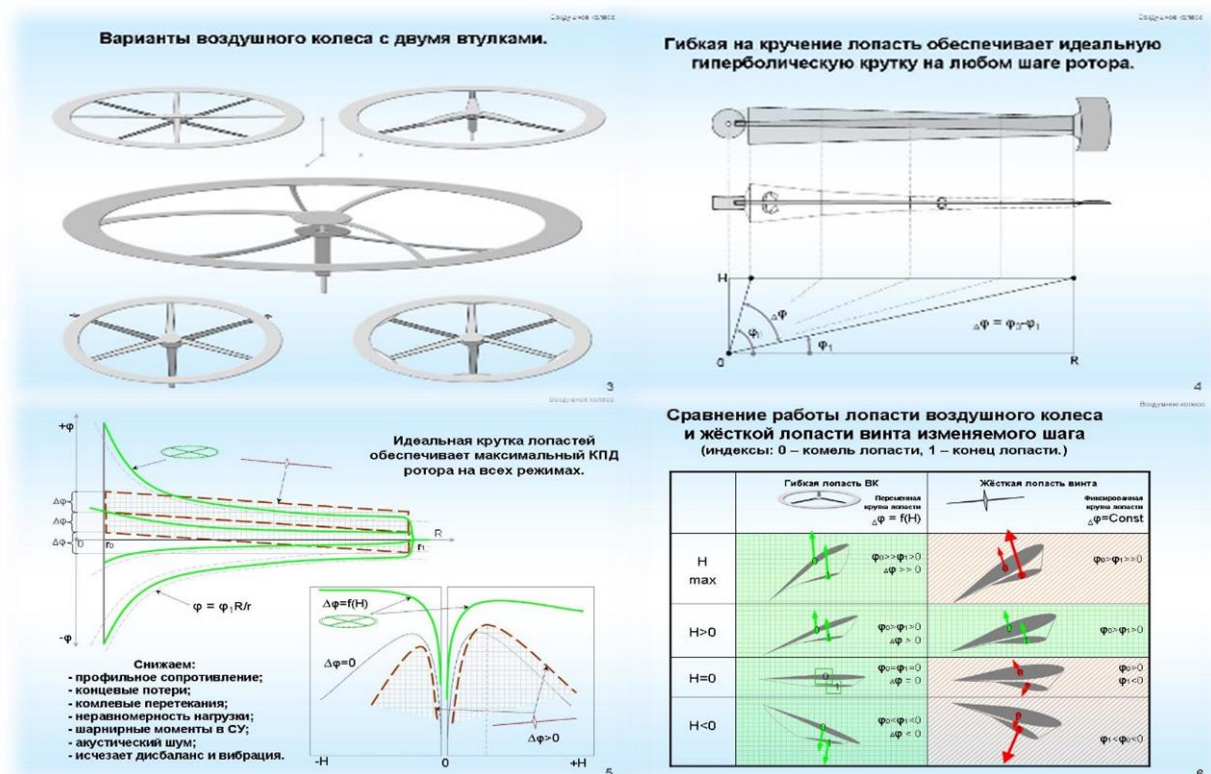
Воздушное колесо (ВК) – гибрид несущего винта и замкнутого крыла, сочетающее и усиливающее достоинства элементов в едином гармоничном роторе. Внешнее замкнутое крыло, натянутое центробежными силами, выполняет одновременно несколько функций:

- ✓ 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.

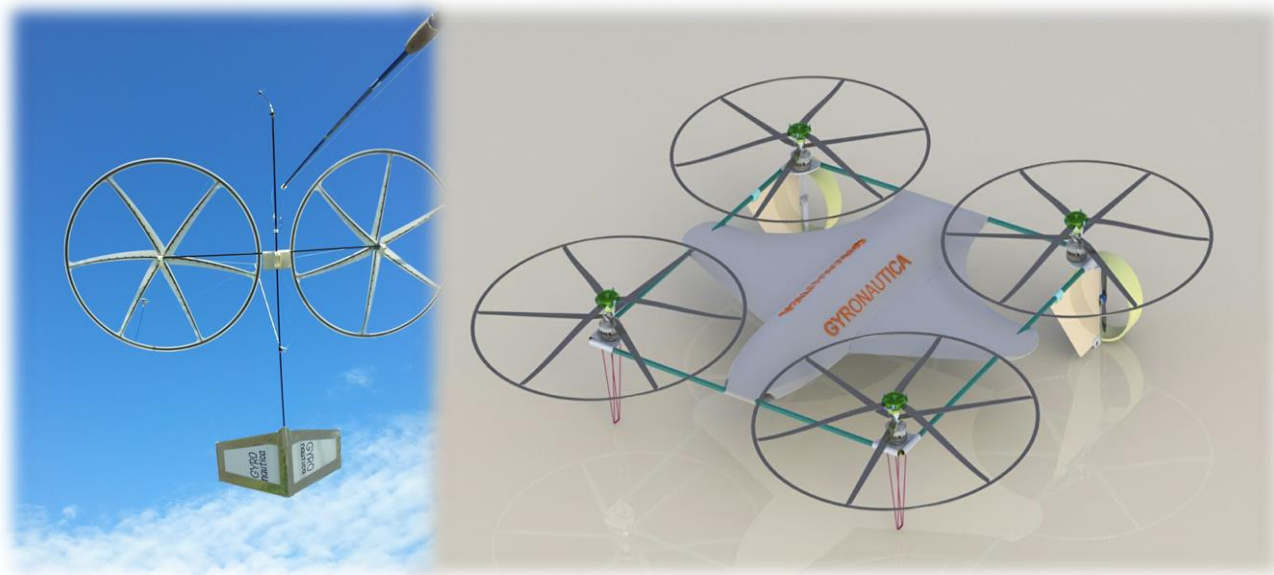
GYROKITE (ГИРОКАЙТ)

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

Гирокайт – гибрид автожира, мультикоптера и воздушного змея, использует авторотацию аналогично привязным автожирам (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 гирокайт может быть реализован по двухроторной или многороторной схеме, где реактивные моменты роторов противоположного вращения в вертолётном режиме и режиме ветротурбины взаимно компенсируются.

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

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



Уникальные качества гирокайта – всепогодность, неограниченное время полёта на больших высотах, возможность собирать энергию ветра несущими роторами для питания полезной нагрузки, автоматическое следование на привязи за владельцем (транспортным средством, судном). Высокое аэродинамическое качество несущих роторов Воздушное колесо обеспечивает большой угол возвышения. Для набора высоты и полёта при слабом ветре гирокайт способен увеличивать площадь сбора энергии ветрового потока, совершает полёт широкими галсами поперёк ветра. Максимальная высота полёта гирокайта до 15 км, ограничена длиной тонкого прочного диэлектрического леера (СВМПЭ, Dyneema®, ...). Оптоволокно обеспечивает надёжный закрытый канал передачи данных.

Видеоконтроль в реальном времени с фиксированной базы радикально сокращает **объём информации** для передачи, обработки и хранения. Принципиальное отличие от

съёмки с подвижной базы (порождающей гигантские потоки фрагментированных **данных** низкого качества) полный контроль нижней полусферы с фиксированной базы даёт **качественную информацию** минимального объёма с фиксированной геодезической привязкой и автоматическим выделением подвижных объектов в реальном времени. Автоматизируются поисково-спасательные работы, охрана объектов, границ. Возможен контроль ЧС, событий и процессов в динамике (цейтраферная видеосъёмка, таймлапс) строительства объектов, развитие с/х культур, добычи ресурсов, контроль вырубки лесов,...



КОНКУРЕНТЫ В2В

Конкурентные преимущества Gyrokite

- Неограниченное время полёта 24/365
- Энергетически автономны + питание ПН
- CapEx + OpEx расходы ниже на порядки
- Без нормативных ограничений в РФ
- Свободный экспорт
- Надёжный оптоволоконный канал
- Экологически чистая технология
- Высота полёта до 15 км
- Всепогодность

*** ВСЕ альтернативные технологии безуспешно пытаются бороться с высотным ветром :**

Мультикоптеры на кабеле ниже 200м	Привязные аэростаты боятся ветра, молний	Солнечные панели для низких широт	Тяжёлые БЛА – дороги до 36час, >\$1М/сутки
			

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. Гиропланер – 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.

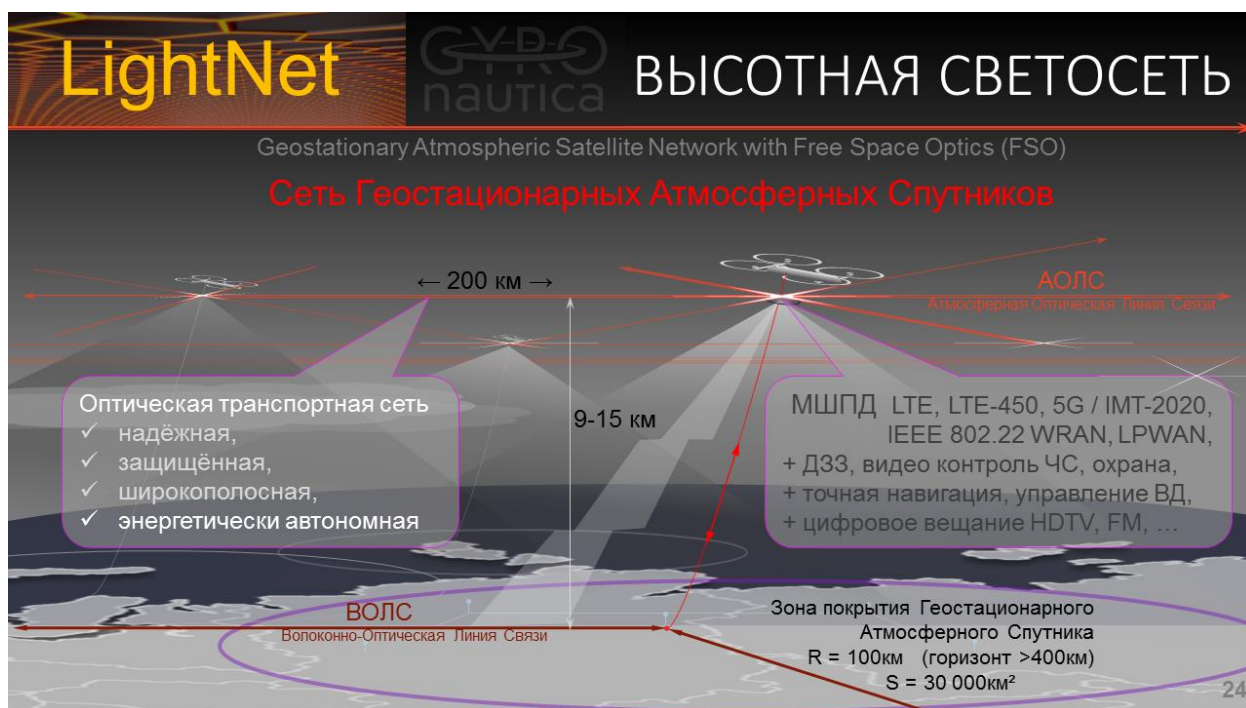
ГЕОСТАЦИОНАРНЫЕ АТМОСФЕРНЫЕ СПУТНИКИ

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.



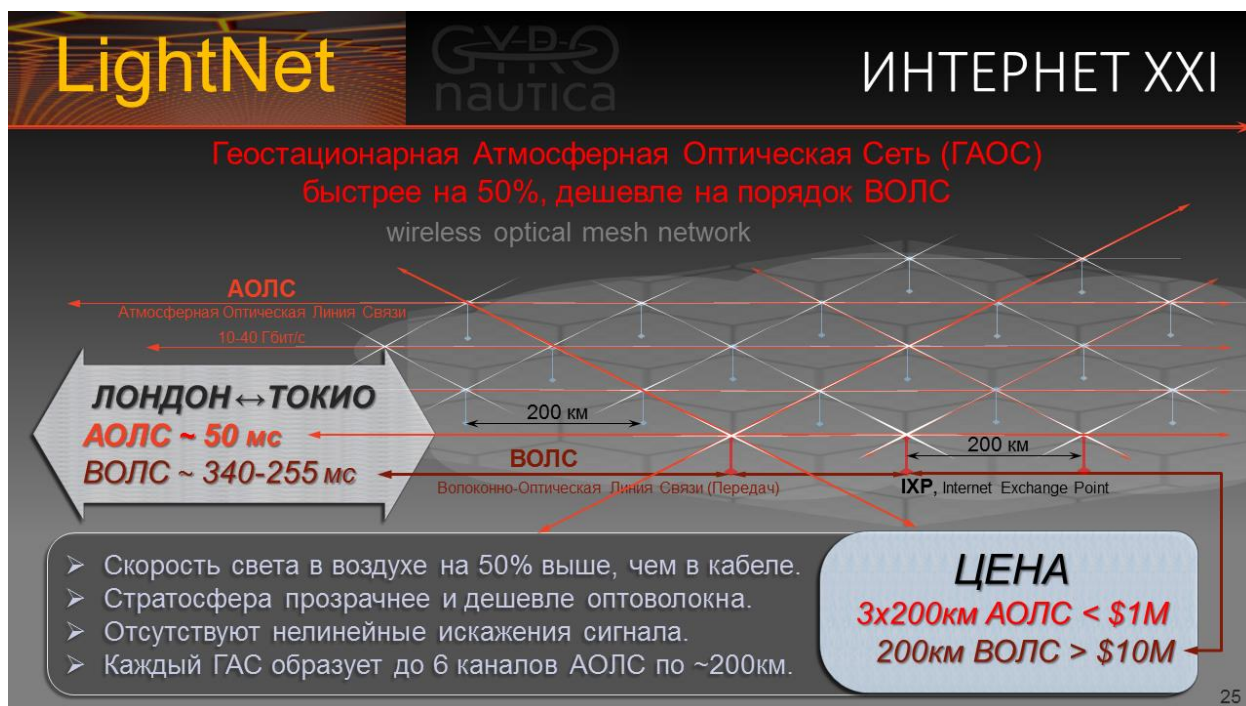
Технология ГАС совместима с существующими и перспективными технологиями мобильной связи и магистральными оптоволоконными каналами, органично дополняет их. Сложную наземную инфраструктуру заменяет тонкий прочный оптоволоконный подвес, что обуславливает огромный разрыв в стоимости с альтернативными технологиями.





Ежегодно мелкие возгорания разрастаются до масштабных пожаров, уничтожающих **миллионы** гектаров лесов (2018 – 8.674 млн.га, 2003 – 13.5 млн.га) и целые посёлки. Ежегодный ущерб от лесных пожаров составляет в среднем **20 млрд. Р.** В 2010 году ущерб составил **85,5 млрд Р.**

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



ВЫВОД №7.

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



ТЕКУЩИЙ СТАТУС ПРОЕКТА

- ✓ Действующие патенты РФ, США открывают возможность продажи лицензий.
- ✓ Идут финальные стадии патентования в Евросоюзе, Китае, Канаде.
- ✓ Завершён цикл НИОКР по аэродинамике и акустике роторов Воздушное колесо.
- ✓ На летающих моделях проверены устойчивые аэродинамические схемы.
- ✓ Разрабатываются технологии производства элементов платформ ГАС.
- ✓ Стартовала разработка модулей FSO по техническому заданию проекта.

Для завершения патентования и запуска MVP в 2021 необходимы 5М руб.

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