
КОНЦЕПЦИЯ АРХИТЕКТУРЫ «БЕСШОВНОГО ЦИФРОВОГО НЕБА»

Подготовлено АО «ГЛОНАСС», АНО «Платформа НТИ» и рабочей группой в рамках выполнения поручения первого заместителя Председателя Правительства Российской Федерации А.Р. Белоусова от 1 декабря 2023 г. №АБ-П50-17847

ФОКУС КОНЦЕПЦИИ – ДОСТИЖЕНИЕ ЦЕЛЕВОГО СОСТОЯНИЯ ОТРАСЛИ БЕСПИЛОТНЫХ АВИАЦИОННЫХ СИСТЕМ И БЛИЖНЕГО КОСМОСА

- 1 Архитектура, позволяющая управлять аппаратами в небе и пространстве ближнего космоса в режиме реального времени: дроны осуществляют навигацию, потоковую передачу данных, реализуется режим управления напрямую через низкоорбитальную группировку космических аппаратов
- 2 Дроны объединены как между собой, так и с низкоорбитальными космическими аппаратами в новый тип критической информационной инфраструктуры
- 3 Автономность дрона с искусственным интеллектом – ключевой фокус политики развития применения дронов и разработки перспективных технологий, реализуемый, в том числе за счет развития низкоорбитальных группировок спутниковой связи и космического интернета, увеличения бортовых вычислительных возможностей и энерговооруженности дрона
- 4 Сквозное регулирование бесшовного цифрового неба, основанное на модели управления дронами с воздействием ближнего космического пространства и стратосферы Земли, снимающее нормативные, административные и цифровые барьеры между воздушным и космическим пространством
- 6 Экономическая модель применения дронов основана на целевых показателях функционирования бортовых систем искусственного интеллекта, специализированного под сценарии применения и решение задач социально-экономического развития
- 5 Двойное использование любых аппаратов, интеграция специальных и гражданских функций в разрабатываемых технических системах
- 7 Защита от противоправного применения дронов обеспечена за счет разработки и использования технологий контроля неба для сетевой эшелонированной защиты объектов критической инфраструктуры, интеграции специализированных и гражданских функций в технических системах, разрабатываемых и изготавливаемых на базе сети Научно-производственных центров испытаний и компетенций в сфере беспилотных авиационных систем
- 8 Навигация в небе, включая суборбитальные полеты, осуществляется на общих принципах сквозного сопровождения дрона с использованием наземной и космической инфраструктуры

ОБЛАСТИ СТРАТЕГИЧЕСКОГО ВНИМАНИЯ

- стремление отдельных стран к пересмотру регулирования использования космического пространства на основе создания прецедентного права (например, «Соглашения Артемиды» инициированные США и еще семью странами и др.)
- ограниченный ресурс околоземного космического пространства, отсутствие прозрачных инструментов распределения орбитальных слотов для спутниковой связи. Использование крупными корпорациями небольших «некосмических» стран для возможного блокирования слотов и закрепления статуса «исторических» слотов
- необходимость резервирования спутниковых каналов управления, т.к. в случае потенциальных конфликтов с технологическими военно-политическими блоками объекты критической инфраструктуры на низких околоземных орbitах становятся приоритетом первого уровня для выводения из строя
- спутниковые терминалы, работающие с глобальными негеостационарными системами, уже широко используются на самолётах, кораблях и других транспортных средствах. Тем не менее соответствующие регламентарные решения для таких применений ещё не приняты.

30

количество стран, подписавших Соглашения Артемиды, предложенные США

25 тыс.

оценочное количество искусственных спутников Земли (включая действующие аппараты и вышедшие из строя, и ступени выведения ракет-носителей, и различные обломки)

327 тыс.

заявка Руанды в МСЭ на запуск спутников в рамках проекта Cinnamon-937

29 тыс.

заявка компании Space X через Королевство Тонга в МСЭ на запуск спутников

2035

ожидаемый год полного развертывания отечественной низкоорбитальной спутниковой группировки

ВИДЕНИЕ БЛИЖАЙШЕЙ ПЕРСПЕКТИВЫ ПРОСТРАНСТВА ЦИФРОВОГО БЕСШОВНОГО НЕБА



БЕСШОВНОЕ ЦИФРОВОЕ НЕБО:

- объединяет уровни воздушного и космического пространства в единую архитектуру, требующую сквозного регулирования
- насыщается элементами критической информационной инфраструктуры (дроны и спутники), интегрированными в коммерческие сервисы, подключенными к гибридным сетям связи и навигации

АРХИТЕКТУРА ЦИФРОВОГО БЕСШОВНОГО НЕБА (ГИПОТЕЗА)

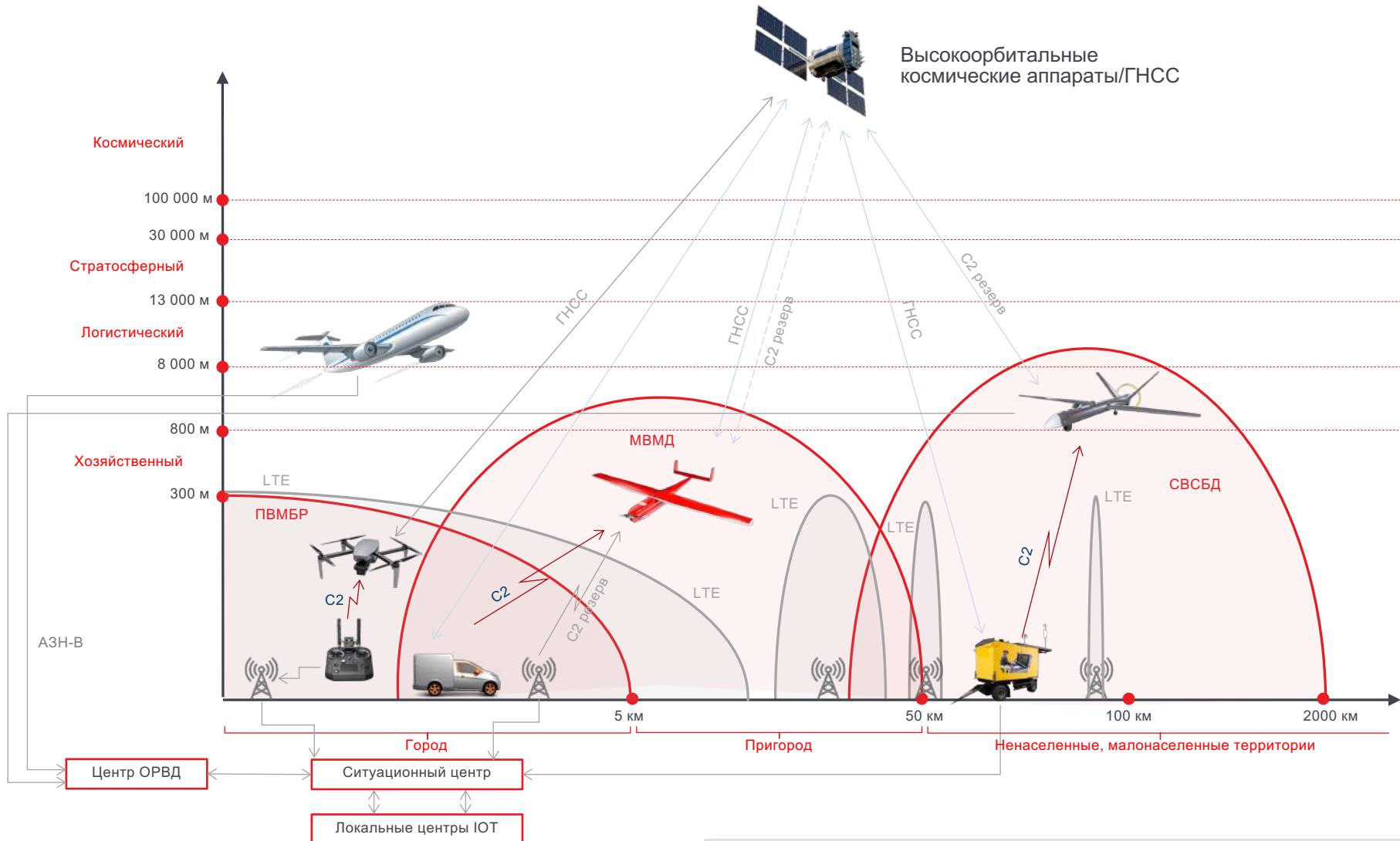


	Наименование	Функционал	Описание	Горизонт развертывания
*Общая базовая надстройка 4 уровень	Регуляторный (все уровни воздушного и космического пространства)	сквозное межотраслевое правовое регулирование правоотношений	<ul style="list-style-type: none"> разработка единых подходов к классификации БАС, правилам регулирования полетов, применяемых систем, протоколов и технологических решений формирование отрасли цифрового транспортного права сквозная синхронизация существующих нормативных правовых актов 	2025 – 2035 гг.
3 уровень	Управление (космический, 450-600-1500 км)	управление небом	<ul style="list-style-type: none"> обеспечение экспоненциального роста количества БВС и качества их применения в общей системе освоения неба гибридные системы управления, комбинирующие уровень 4, 3, 2, 1 (космические методы наблюдения, контроля и управления) 	2025-2050 гг.
2 уровень	Резервирование (стратосферный, от 13 до 30 км и выше)	перспективный и критически важный уровень для обеспечения устойчивости архитектуры неба	<ul style="list-style-type: none"> «страховочный коридор» для космического уровня с точки зрения создания инфраструктуры связи (псевдоспутники) резервный вариант для логистического уровня 	формируется как перспективный задел. Готовность к разворачиванию в качестве резервного канала – к 2030 году
1 уровень	Логистический (пространство магистральной авиации, воздушное пространство класса А)	существенное расширение потенциала классических маршрутов пилотируемой авиации за счет применения БАС	<ul style="list-style-type: none"> существование БАС с пассажирской и грузовой гражданской и государственнойaviацией 	ближайший период
	Хозяйственный (до 800 м., в перспективе все неконтролируемое воздушное пространство класса G)	хозяйственная деятельность, связанная с применением БАС	<ul style="list-style-type: none"> высокая стоимость и небольшая эффективность систем управления небом с контура земли (могут использоваться как промежуточные решения) наличие стандартов, позволяющих обеспечить сложные системы наблюдения, включая сети сотовой связи, подходящие для задач наблюдения в крупных мегаполисах и ряде других сценариев 	текущий период

ЦЕЛЕВОЕ СОСТОЯНИЕ: бесшовное воздушное пространство, предусматривающее свободное и безопасное выполнение полетов беспилотных и пилотируемых воздушных судов на равных принципах вне зависимости от класса воздушного пространства, территории, над которой осуществляется полет, наличия наземной инфраструктуры связи и наблюдения, с использованием современных и перспективных спутниковых технологий связи, навигации и наблюдения, с воздействием стратосферы Земли

РАЗВЕРТЫВАНИЕ АРХИТЕКТУРЫ БЕСШОВНОГО ЦИФРОВОГО НЕБА ВО ВРЕМЕНИ. ЭТАП 1. 2024+. «НАЧИНАЕМ МАССОВО ЛЕТАТЬ»

ОСНОВНАЯ ЗАДАЧА: сформировать первый сегмент гибридной сети связи



Сокращения:

- ГНСС – глобальная навигационная система связи
- ПВМБР – прямая видимость, малая высота, близкий радиус действия
- МВМД – малая высота, малая дальность
- СВСБД – средняя высота, средняя и большая дальность
- АЗН-В – автономная зависимая система наблюдения-вещания

Ключевые тезисы:

1. LTE только в городской агломерации и вдоль основных магистралей, отсутствует сплошное покрытие доступной спутниковой связи
2. Текущие технологии энергетики и связи сегментируют экономические зоны в горизонте (город, пригород, ненаселенные и малонаселенные территории) и по высоте
3. В зонах принятия LTE сотовая связь используется для удалённой идентификации по мультиоператорной SIM-карте (может быть установлена в пульте).
4. Навигация – GPS/ГЛОНАСС + наземные антенны (LTE, LoRaWAN), спутниковая связь – резерв для C2, транспондер типа Iridium для МВМД и СВСБД
5. СВСБД, имеющие возможность залетать в зону А (логистический уровень), имеют на борту оборудование стандарта АЗН-В

Пр-676, п.3
Поручение Президента Российской Федерации по итогам пленарного заседания форума «Сильные идеи для нового времени»

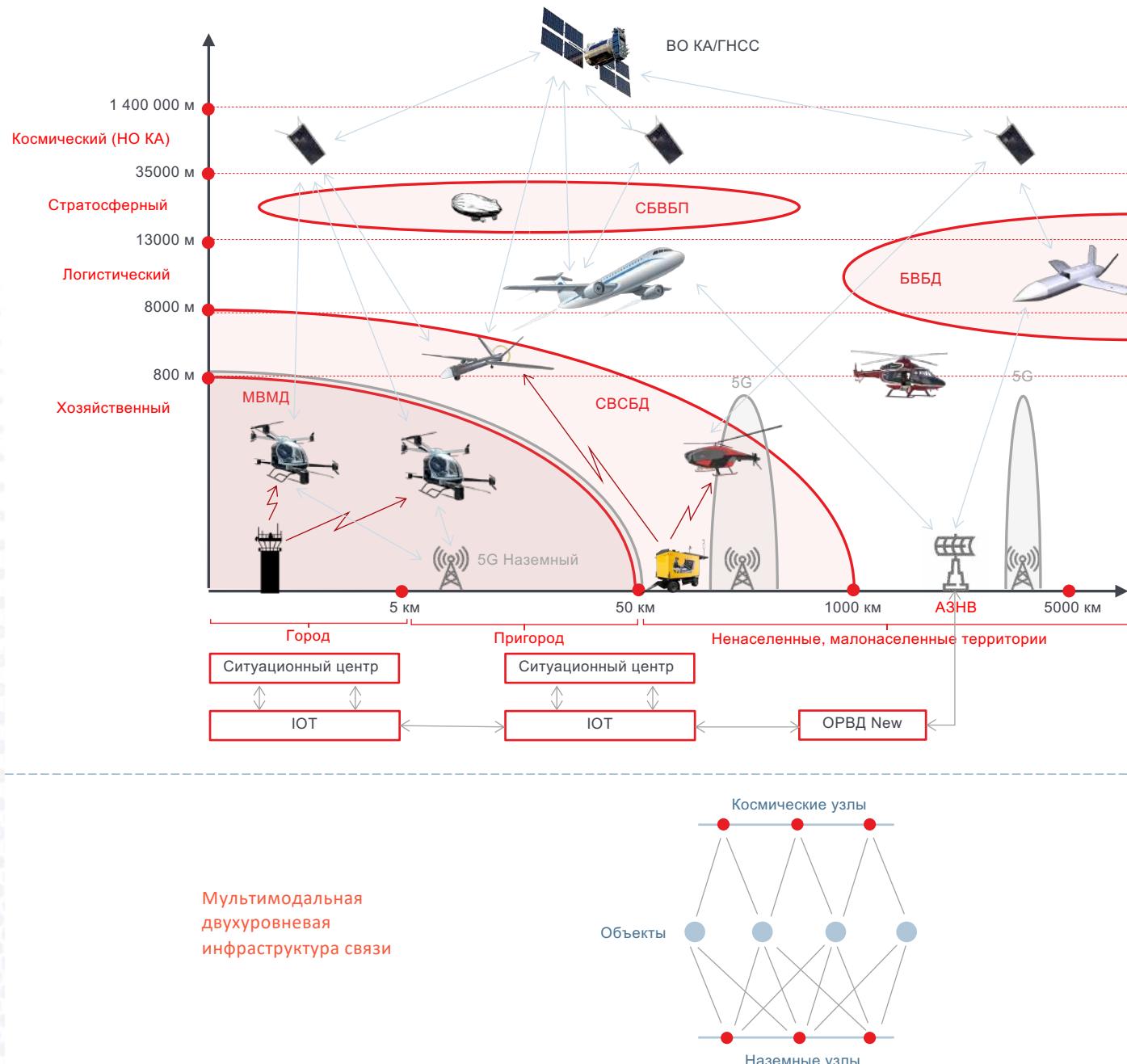
Правительству Российской Федерации совместно с автономными некоммерческими организациями «Агентство стратегических инициатив по продвижению новых проектов» и «Платформа Национальный технологический инновационный центр» рассмотреть вопрос о включении в национальный проект «Беспилотные авиационные системы» мероприятий, направленных на создание правового регулирования, организацию гибридной сети связи с использованием навигационно-связных технологий и инфраструктуры государственной информационной системы «ЭРА-ГЛОНАСС».

Доклад – до 30 сентября 2024 г.

Ответственные: Мишустин М.В., Чупшева С.В., Песков Д.Н.

РАЗВЕРТЫВАНИЕ АРХИТЕКТУРЫ БЕСШОВНОГО ЦИФРОВОГО НЕБА ВО ВРЕМЕНИ.
ЭТАП 2. 2028+. «РАЗМЫТИЕ ГОРИЗОНТАЛЬНЫХ СЕГМЕНТОВ»

ОСНОВНАЯ ЗАДАЧА: сформировать устойчивый рынок применения дронов



Сокращения:

БВБД – большая высота, большая дальность

СБВБП – сверхбольшая высота, большая продолжительность

НО КА – низкоорбитальные космические аппараты

ВО КА – высокоорбитальные космические а

ПУ – пульт управления

Предпосылки:

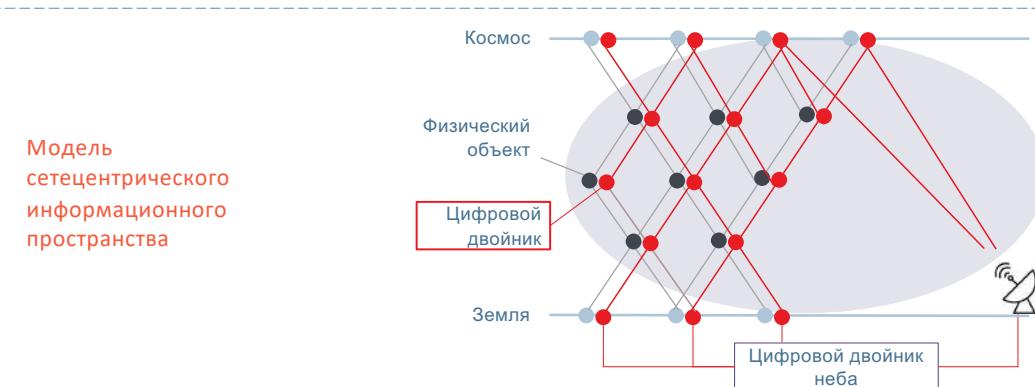
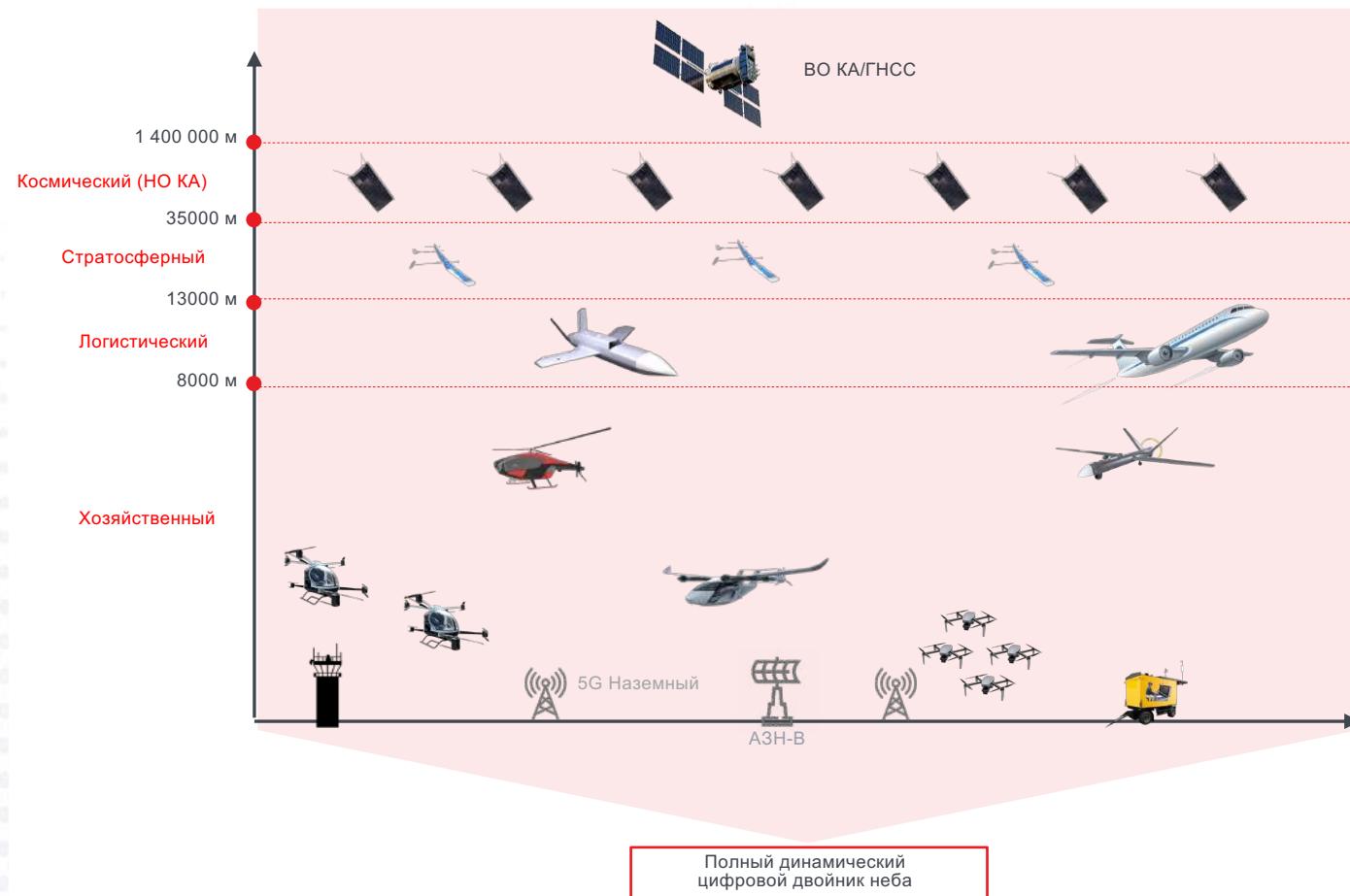
1. Вывод на орбиту стабильной группировки НО КА, обеспечивающих надежную недорогую связь на большей части территории РФ, смещает баланс инфраструктуры связи для БАС с наземного в сторону космического сегмента.
 2. Расширение зоны покрытия наземных сетей 5G. Пригород полностью покрыт связью не менее 4G с использованием наземных базовых станций.
 3. Эволюционное развитие систем накопления электроэнергии. Увеличение плотности упаковки энергии без существенного изменения технологического уклада.

Ключевые тезисы:

1. Повышение автономности, мультиоперабельность
(1 наземный пункт на флот дронов)
 2. Устойчивая 5G в населённых пунктах, переход на классический протокол TCP/IP в зонах 5G.
 3. ПВМБР конструкции 1 ПУ – 1 БВС используются только для задач обследования, обучения, художественной съемки и спецзадач (пожаротушения в городах)
 4. Энергетика позволяет начать формирование нового класса БАС – СБВБП для задач ретрансляция, д33.
Продолжительность полета до нескольких дней.
 5. Появление БВС на ЭДУ для логистического уровня (зона А), совместный полёт в общем воздушном пространстве.
 6. Массово внедрение систем DAA (Detect-And-Avoid-System) на всех классах БАС, слияние хозяйственного уровня использования БАС со всем воздушным пространством класса G
 7. Новая нормативная база по воздушному движению в городских агломерациях

РАЗВЕРТЫВАНИЕ АРХИТЕКТУРЫ БЕСШОВНОГО ЦИФРОВОГО НЕБА ВО ВРЕМЕНИ. ЭТАП 3. 2035+. «РАЗМЫТИЕ ВЫСОТНЫХ ГРАНИЦ»

ОСНОВНАЯ ЗАДАЧА: достижение бесшовности и формирование полного динамического цифрового двойника неба



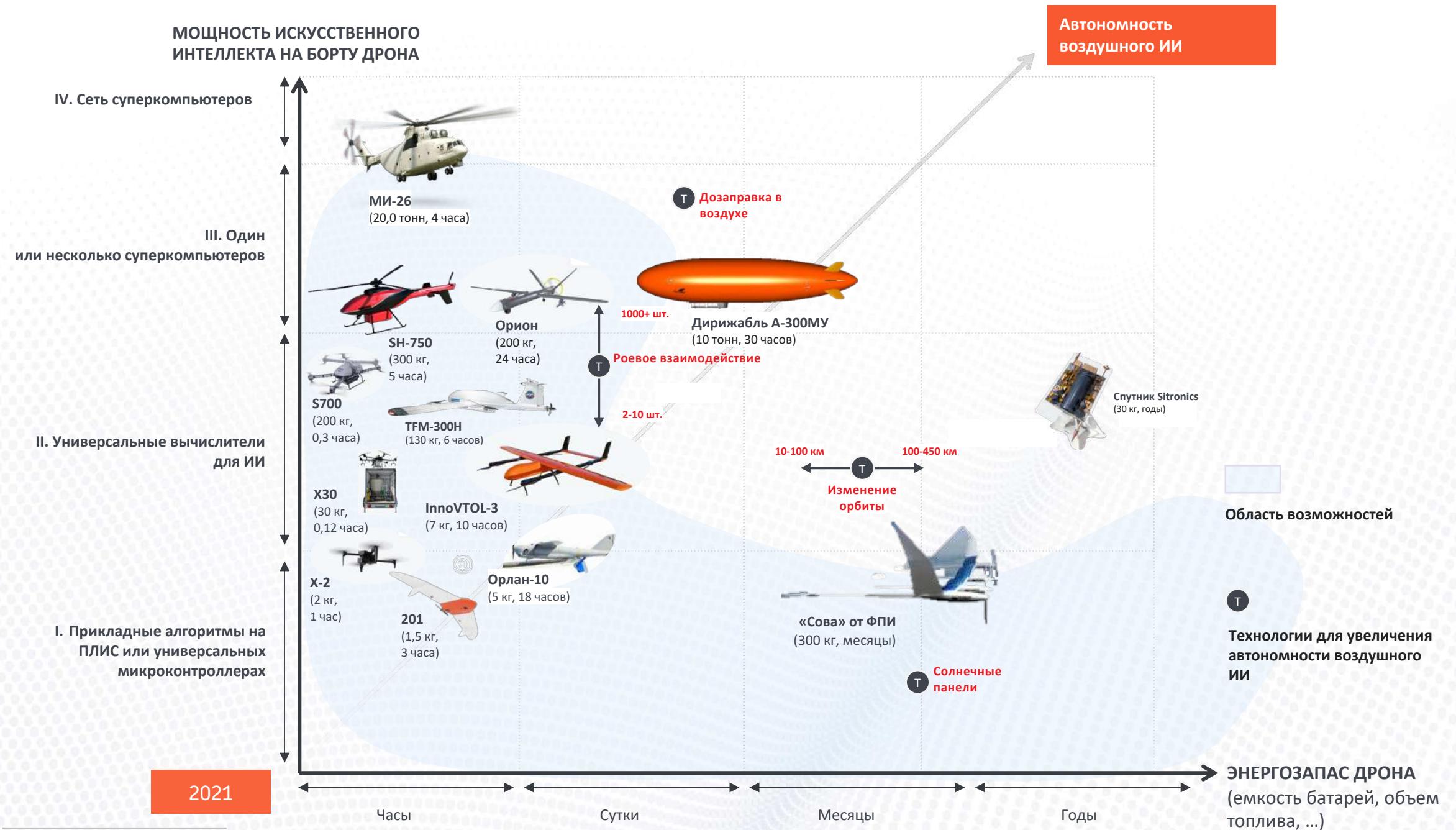
Предпосылки:

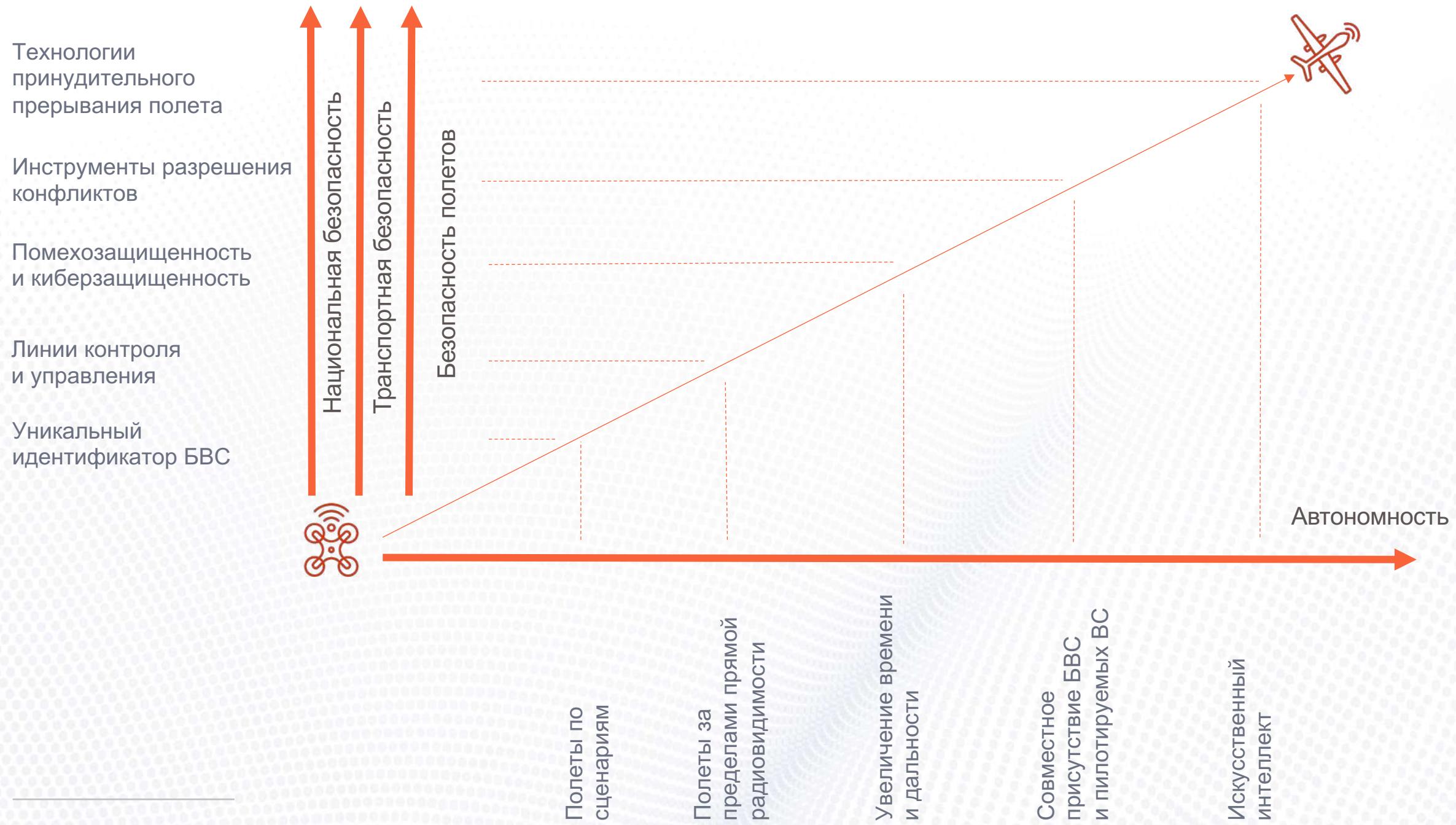
1. Новые технологии в энергетике. Качественный скачок плотности упаковки эффективности генерации на борту
2. Принципиально новые коммуникационные и вычислительные технологии (квантовая связь, квантовые вычисления на миниатюрных схемах)
3. Второе поколение низкоорбитальных спутников с АФАР (возможность построения цифрового двойника всех уровней, близкого к реальному времени, первичная + вторичная локация со спутников)

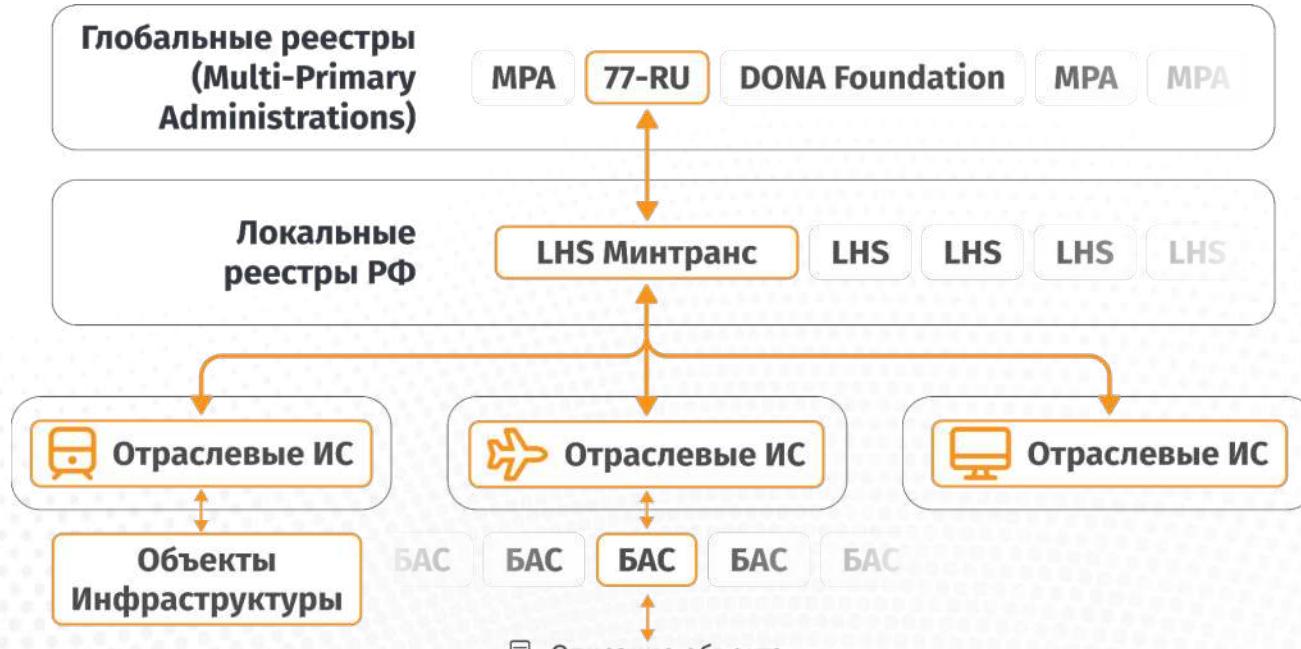
Ключевые тезисы:

1. Массовое внедрение беспилотного транспорта во всех средах «вода-воздух-земля».
2. Высота больше не является причиной изменения схемы энергетики борта. Размытие границ в атмосфере с точки зрения силовых установок. Конкуренция между ГТД и ЭДУ на логистическом уровне.
3. Появление гибридных сетецентрических информационных пространств в гражданской инфраструктуре.
4. Появление полного цифрового двойника неба
5. Стратосферные квазиспутники с длительностью полета недели-месяцы для дублирования функций НО КА на уровне государства
6. Появление воздушно-космического кодекса на уровне стран-партнеров

КЛЮЧЕВОЙ ПОЛЬЗОВАТЕЛЬ БЕСШОВНОГО ЦИФРОВОГО НЕБА – АВТОНОМНЫЙ ДРОН С ИИ (1/2)







БПСИ – бортовой прибор системы идентификации:

Диапазоны частот: 450/900/1800/2100/2600

Скорость: до 150 Мб/с, Cat.4, Rel.9 2 MiMo для 4G

LTE

Режимы: VLAN, RNDIS.

Контроллер с идентификатором DOA

Симметричное шифрование отечественными алгоритмами МАГМА, КУЗНЕЧИК

Модуль ГЛОНАСС, GPS

Доверенная SIM-карта ИТМВиТ, АО «Глонасс»

Акселерометр, барометр, гироскоп

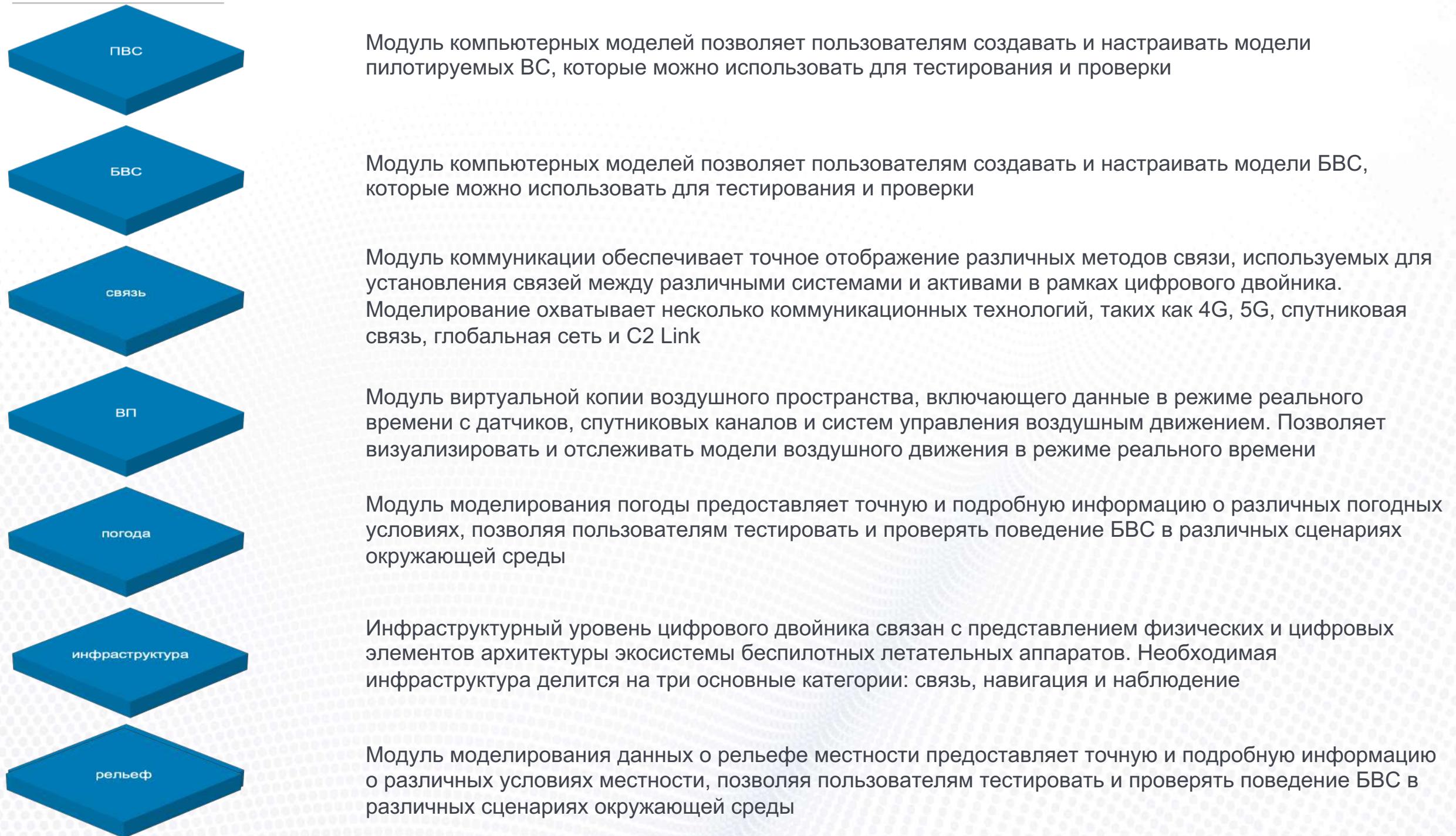
Автономное питание 3,7 Вольт



Доверенная SIM-карта – универсальный модуль идентификации абонента сетей подвижной радиотелефонной связи, обеспечивающий аутентификацию в сети GSM с использованием СКЗИ класса КС3

- доступность каждому абоненту;
- поддерживается любым типом мобильного устройства (телефоны, смартфоны, модемы, планшеты, встраиваемые устройства и тд.);
- отечественные криптографические алгоритмы;
- хранение ключей с использованием аппаратных средств чипа;
- безопасная загрузка ключей и криптоядра – доверенная инициализация чипа;
- возможен любой форм-фактор (1-4FF, MFF2);
- доверенная идентификация абонента в цифровой среде;
- реализация УКЭП;
- защищенное хранение атрибутов цифрового профиля;
- работа в роуминге;
- работа в паре с HSM10G.

АРХИТЕКТУРА ЦИФРОВОГО ДВОЙНИКА НЕБА



Система цифрового двойника неба представлена в виде совокупности подсистем, включающих интегрированное управление воздушным пространством, автономное управление воздушным пространством, цифровые правила полетов, городские воздушные коридоры и связь между БАС и пилотируемой авиацией.

ПЛАН ПЕРВОЧЕРЕДНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ И МЕХАНИЗМОВ РЕАЛИЗАЦИИ КОНЦЕПЦИИ В РАМКАХ НП «БАС»

№ п/п	Наименование	Механизм
1	Разработка концепции «Цифровое бесшовное небо Российской Федерации»	НИР
2	Подготовка обоснованных предложений по сквозной классификации БВС и сценариев их применения	Федеральные авиационные правила «Временные правила выполнения полетов беспилотных воздушных судов»
3	Создание гибридной сети связи для линий контроля и управления БВС	Сквозная программа в составе национального проекта развития космической деятельности Российской Федерации* и Национального проекта БАС
4	Программа использования стратосферных беспилотных летательных аппаратов, используемых для связи или мониторинга земной поверхности	НИР и ОКР
5	Формирование ассилирующей и корректирующей информации и передача ее в навигационную аппаратуру потребителей, совмещенную с абонентскими устройствами мобильной связи (НАП А-ГЛОНАСС).	НИР и ОКР
6	Создание комплексной радиотехнической системы координатно-временного и информационного обеспечения, обеспечивающей потребителей достоверной информацией для определения координат и точного времени на основе комплексирования ГНСС и наземных радионавигационных технологий	НИР и ОКР
7	Создание инфраструктуры управления доступом гражданских потребителей к навигационным услугам	создание оператора помехоустойчивой навигационной аппаратуры потребителя для гражданского применения
8	Разработка правил использования космического пространства, основанных на влиянии спутников на космический траффик	НИР
9	Разработка обоснованных предложений по ограничению пропускной способности различных орбит	НИР

ПРЕДЛОЖЕНИЕ ПО ДОПОЛНИТЕЛЬНЫМ МЕРОПРИЯТИЯМ НАЦИОНАЛЬНОГО ПРОЕКТА «БАС»

№ п/п	Наименование	Механизм
1	Разработка модема с защищённой сим-картой для прослеживаемости БАС в гибридных орбитально-наземных сетях связи	ОКР
2	Разработка системы идентификации малоразмерных БАС на базе архитектуры цифровых объектов	НИР и ОКР
3	Проработка вопросов использования технологий помехозащищенности и скрытности каналов FPV-управления БАС	НИР и ОКР
4	Разработка межсегментного сетеобразующего оборудования	ОКР
5	Разработка гиперспектральной аппаратуры БАС в интересах отраслей народного хозяйства	ОКР
6	Установление экспериментального правового режима для отработки технологий организации линий контроля и управления БВС, обучения разработанных систем ИИ для управления воздушным движением, систем деконфликтинга и удаленной идентификации БВС	Постановление Правительства
7	Создание системы цифрового двойника неба Российской Федерации	НИР и ОКР

КЛЮЧЕВЫЕ МЕРОПРИЯТИЯ НА 2024 ГОД

	Апрель	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь	Октябрь
Технологическое развитие	Тестирование отечественного спутникового канала связи Разработка архитектуры отечественного полетного контроллера БВС Разработка устройства удаленной идентификации БВС	Изготовление опытного образца Изготовление опытного образца	Карта «100 технологий бесшовного цифрового неба»	Тестирование сегмента линии С2 для БВС Тестирование устройства и сопряжение с линией С2		Технологические доработки	
Эксплуатационная деятельность	Настройка платформенных решений	Сопряжение оборудования связи и навигации с ПО БВС		Тестовые полеты А2024	Тестовые полеты в рамках ЭПР		
			Тестовые полеты с использованием GSM и удлиненной прямой радиолинии				
Регулирование	Предложения по стандартам связи линии С2 для БВС Предложения по стандартам гибридной сети связи для БВС Предложения по стандартам удаленной идентификации БВС Предложения по стандартам применяемых протоколов ПО БВС		Стресс-тест Концепции на А2024	Доработки по результатам стресс-теста		Формирование запроса на НИР	Разработка проекта Предварительного национального стандарта
Подготовка концептуальных предложений		Подготовка к стресс-тесту концепции на проектно-образовательном интенсиве «Архипелаг 2024» (А2024)	Доработка текста концептуальных предложений	Стресс-тест концепции на А2024	Доработка материалов		Представление отчета
Бизнес							
НТИ							
Государство							

РАБОЧАЯ ГРУППА

1. Силинг Андрей Леонардович, исполнительный директор АНО «Платформа НТИ»
2. Мешков Роман Анатольевич, заместитель директора по обеспечению технологического суверенитета АНО «Платформа НТИ»
3. Дрозд Александр Степанович, директор Департамента специальных проектов в сфере БАС Университета 2035
4. Юнак Илья Юрьевич, директор Департамента сквозных проектов Университета 2035
5. Головень Роман Борисович, начальник Отдела отраслевого регулирования и сертификации АНО «Платформа НТИ»
6. Грибов Евгений Николаевич, начальник Отдела по технологическому развитию компаний НТИ АНО «Платформа НТИ»
7. Райкевич Алексей Анатольевич, генеральный директор АО «ГЛОНАСС»
8. Мзоков Виталий Вячеславович, управляющий директор Стартап-студия АО «ГЛОНАСС»
9. Кукарев Сергей Викторович, директор проектов по авиации и БАС АО «ГЛОНАСС»
10. Замятин Александр Юрьевич, руководитель направления по реализации стратегических проектов АО «ГЛОНАСС»
11. Кораблев Михаил Евгеньевич, главный конструктор АО «ГЛОНАСС»
12. Кудров Максим Александрович, директор Института аэромеханики и летательной техники МФТИ
13. Киричек Руслан Валентинович, ректор Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича
14. Гетц Евгений Александрович, проректор по проектной деятельности Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича
15. Соломенцев Виктор Владимирович, заместитель генерального директора по научной работе и развитию АО «Азимут»
16. Власов Олег Викторович, заместитель генерального директора по развитию ООО «Северо-западный региональный центр Концерна ВКО «Алмаз-Антей»