ПРИЛОЖЕНИЕ Г

Приоритетные направления исследований и разработок

1 Приоритетные рыночные сегменты Аэроспейснет

1.1 ГеоХаб - интегрированные услуги и сервисы, доставляющие пользователю геопространственные данные, независимо от источников их получения (космические аппараты, пилотируемая авиация или БАС).

1.2 Коммерческая космонавтика - частная космонавтика, малые космические аппараты, сверхлегкие ракетоносители, пусковые услуги, суборбитальные аппараты, услуги космической связи, интернета, дистанционного зондирования Земли из космоса.

1.3 Беспилотные авиационные системы и авиационные работы.

2 Приоритетные метапроекты разработки глобальных продуктов

2.1 *ГеоХаб* - национальная геоинформационная платформа с инструментами для аналитической обработки данных дистанционного зондирования Земли (космическая, аэрофотосъемка, наземная съемка, датчики геолокации).

2.2 *Сверхлегкая ракета - носитель*, способная выводить до 250 кг на орбиту высотой до 500 км.

2.3 *Аэротакси* - беспилотное или опционально пилотируемое воздушное судно транспортного назначения для полета в городской черте, трансфера в аэропорт, для экстренных служб, отличающееся низким уровнем шума, предназначенное для оперативной перевозки в различных вариантах от 2-4/ до 5-7 людей и/или до 300 кг/1000 кг груза на дальность до 400/800 км, со скоростью до 400 км/ч.

2.4 *Аэрогазель* - беспилотное или опционально пилотируемое воздушное судно транспортного назначения для региональных перевозок 7-12 человек и/или 1 - 3 тонн груза на дальность 400 - 1500 км со скоростью до 650 км/ч.

2.5 *Цифровой ЦАГИ* - сеть центров виртуальных испытаний БВС, СЛРН и МКА, имитационного моделирования изделий аэрокосмического назначения, методики, алгоритмы и программы моделирования процессов, происходящих в подсистемах БАС/СЛРН/МКА в процессе их взаимодействия с окружающей средой, а также средств оптимизации конструкций и систем БАС/СЛРН/МКА.

2.6 *ОРВД* - система организации воздушного движения, обеспечивающая выполнение полетов беспилотной авиацией на регулярной основе, совместно с пилотируемыми ВС в едином ВП, повсеместно: в сельской местности, городах,

на промышленных предприятиях с обеспечением необходимого уровня безопасности для людей и собственности в воздухе и на земле.

2.7 *Компонентная база* - набор технологий изготовления кристаллов SiC, GaN, AlN, AlGaN, эпитаксиальных структур, гетероструктур, гетерополитипных структур, полупроводниковых изделий на их основе для бортовой силовой электроники, средств атмосферной и космической оптической связи, оптоэлектронных устройств, в том числе «солнечно слепых» сенсоров.

3 Приоритетные направления в области БАС и авиационных работ

Ниже перечислены технические концепции и отдельные технологии, которые являются на этапе становления отрасли приоритетными для перехода беспилотного авиастроения к новому технологическому укладу.

3.1 Разработка платформ

3.1.1 *Платформа распределенных силовых установок* с электротягой винтов (вентиляторов), включая: генераторы редукторные и синхронные с приводом от двигателей внутреннего сгорания (ДВС), газотурбинных двигателей (ГТД); подъемные и подъемно-маршевые двигатели и движители на основе электродвигателей, ГТД, ДВС; системы отклонения вектора тяги; электрические, газодинамические и механические трансмиссии для привода винтов (вентиляторов), а также их узлы, структурные элементы и подсистемы. УТГ-6 в 2025 г, УТГ-9 в 2030 г.

3.1.2 *Платформа средств связи и беспроводной передачи данных* - помехозащищенные системы связи; системы связи, способные устойчиво работать в арктических широтах; оптические системы связи, работающие в УФ, ИК и видимом диапазонах; антенные решетки с синтезированной апертурой, создаваемые группировкой БВС; беспроводные коммуникационные модули для построения помехозащищенных беспроводных сенсорных сетей, проприетарные протоколы передачи данных для беспроводных сенсорных сетей, самоорганизующиеся сенсорные сети, размещенные на БВС в составе групповой БАС. УТГ-6 в 2025 г, УТГ-9 в 2030 г.

3.1.3 *Платформа бортовой силовой электроники, источников энергии (включая нетрадиционные) и исполнительных систем* - комплекты базовых элементов оборудования энергетических и силовых систем БВС с высоким коэффициентом преобразования различных видов энергии, массовой и габаритной эффективностью, повышенной надежностью, контролепригодностью и адаптивностью управления преобразованием энергии, включая элементы силовой электроники, контроллеров, генераторов тока, аккумуляторных батарей, топливных элементов, сервоприводов, актуаторов, в том числе механических, электромеханических, гидравлических и электрогидравлических. УТГ-6 с 2025 г, УТГ-9 в 2030 г.

3.1.4 *Платформа интегрированной модульной авионики* - бортовые навигационные комплексы и комплексы интеллектуального управления с высоким уровнем точности и надёжности навигационного определения во всех условиях эксплуатации за счёт применения широкого спектра перспективных технологий автономной навигации, коррекции навигационного определения, комплексной обработки разнородной навигационной информации, включая навигацию в составе самоорганизующейся группы (роя) БВС, навигацию при отсутствии сигналов глобальных навигационных систем, астроориентацию, ориентацию по картинке местности и карте высот. УТГ-7 в 2025 г, УТГ-9 в 2030 г.

3.2 Отдельные комплексные направления исследований

3.2.1 *Новые аэродинамические схемы, силовые и формообразующие конструкции*, элементы планера и несущей системы, шасси и системы наземного базирования БВС, позволяющие эффективно и надежно решать специфические задачи БАС за счёт уникальных свойств, не применяемых сегодня в пилотируемой авиации, обеспечивать сочетание взлетно-посадочных характеристик, дальности, скорости и экономичности полета, недоступных для традиционных пилотируемых летательных аппаратов. Уровень готовности технологии (УТГ, TRL) -4 в 2025 г, УТГ-7 в 2030 г., включая:

3.2.1 (а) структурные элементы, узлы, системы, реализующие энергетические методы управления аэродинамикой БВС, вихревую аэродинамику, плазменные методы управления обтеканием, системы посадки с использованием экранного эффекта, средства управления пограничным слоем, ламинаризации пограничного слоя;

3.2.1 (б) новые аэродинамические схемы БВС самолетного типа, в том числе: с распределенной силовой установкой, с утопленными воздухозаборниками, утилизирующими пограничный слой, энергетические средства увеличения подъемной силы, бесконтактные методы управления пограничным слоем на поверхности БЛА с целью снижения силы сопротивления трения, адаптивное (морфинговое) крыло с гибкой обшивкой. Новые компоновочные схемы БЛА вертолетного типа, в том числе: с тянущими или толкающими винтами, с поворотными винтами, со стопорящимися в полете лопастями несущего винта.

3.2.1 (в) новые конструктивные элементы и технологии их изготовления - адаптивное крыло, топологически оптимизированные аэроупругие конструкции из конструкционного алюминия, титановых сплавов, композиционных материалов с анизотропными свойствами;

3.2.1 (г) гидравлические, мехатронные роботизированные шасси, аэроходные устройства, использующие экранный эффект и эффект воздушной подушки, устройства с аэростатической разгрузкой для обеспечения точной вертикальной (укороченной) посадки, в том числе, на динамичные поверхности;

3.2.1 (д) наземные станции базирования БВС самолетного и вертолетного типа, с точной системой привода на посадку, подсистемами подзарядки

аккумуляторных батарей, послеполетного обслуживания и хранения БВС, в том числе групповых БВС.

3.2.2 *Глубокая интеграция силовой установки и планера* летательного аппарата, энергетические методы управления сопротивлением и подъемной силой, обеспечивающие сочетание транспортной эффективности и взлетно-посадочных характеристик на уровне, недоступном традиционным летательным аппаратам. УТГ-4 в 2025 г, УТГ-7 в 2030 г., включая:

3.2.2 (а) компактные подъемные и подъемно-маршевые движители, в том числе, винто-кольцевые с механическим, электрическим, газоструйным и реактивным приводом, эжекторные и струйно-вентиляторные;

3.2.2 (б) гибридные силовые установки с электроприводом винтов, использующие для выработки электрической энергии синхронные высокочастотные генераторы постоянного тока с газотурбинным, роторно-поршневым или иным приводом, топливные элементы, электрохимические источники тока и др., комбинирующие любые из перечисленных принципов, инверторы и модули силовой электроники и пр. узлы, элементы, комплектующие и технологии для них;

3.2.2 (в) проекты СУ в целом и отдельных их компонентов: двигателей внутреннего сгорания (ДВС) мощностью 5-350 кВт, турбо-реактивных двигателей (ТРД) тягой до 500 Н, турбогенераторов (ТГ) постоянного тока мощностью 30 кВт, 60 кВт, 100 кВт, 300 кВт, 500 кВт, турбовинтовых двигателей (ТВД) мощностью более 500 кВт, гибридных двигателей, сочетающих различные термодинамические циклы;

3.2.2 (г) широкий типоразмерный ряд силовых установок, высокоэффективных по энергозатратам подъёмных, маршевых и вспомогательных двигателей и движителей, основанных на разных принципах действия, использующих различные виды топлива и питания, устройств хранения и подачи топлива и энергии, в диапазоне эквивалентной мощности от 30 кВт до 2000 кВт, включая электрические двигатели, двигатели внутреннего сгорания (ДВС), роторно-поршневые двигатели (РПД), турбореактивные двигатели (ТРД), газотурбинные (ГТД) и турбовинтовые двигатели (ТВД), их узлы, структурные элементы, системы и подсистемы, методы проектирования, испытаний, оптимизации, технологии производства и послепродажного обслуживания.

3.3 *Системные решения в области интеграции БАС* в общее несегрегированное воздушное пространство, включая следующие технологии:

3.3.1 система DAA, для замены органов зрения дистанционного пилота техническими средствами наблюдения, а также интеграции (для дистанционного пилота) средств предупреждения о различных угрозах в воздухе и на земле, включая: окружающий трафик, препятствия на земле и опасные метеорологические явления;

3.3.2 линия контроля и управления БВС C2/C3;

3.3.3 пилотные Зоны для Валидации и верификации новых технологий, сбору и анализу полетных данных, отработке алгоритмов, уточнению

технических требований к оборудованию и процедур, программ и методик испытаний/сертификации аэронавигационного оборудования;

3.3.4 система автоматизированного управления полетами БВС (RUTM);

3.3.5 перспективная система связи/навигации/наблюдения (CNS) для интеграции БВС;

3.3.6 технологии защиты информации при передаче по беспроводным каналам связи.

3.4 *Целевое бортовое оборудование БВС для выполнения авиационных работ* в приоритетных сегментах рынка Аэронет, включая:

3.4.1 модульные приборные отсеки с профессиональным оборудованием для аэрофотосъемки, магнитометрических, спектральных замеров;

3.4.2 бортовой аппаратно-программный комплекс для обеспечения проводки водных судов или наземных транспортных средств в условиях Арктики, включая возможность выбора площадки для автономного взлета и посадки;

3.4.3 сенсоры и преобразующая аппаратура оптического, теплового, гиперспектрального, радиолокационного зондирования поверхности, радиолокационные станции бортового обзора, в том числе, с функцией распознавания образов людей, животных, транспортных средств и потоков, мобильных и стационарных объектов для обеспечения мониторинга, подсчета наблюдаемых объектов и выявления их характерных признаков, а также для выявления признаков чрезвычайных ситуаций;

3.4.4 магнитомеры, средства измерения тепловых, электромагнитных и иных физических полей, предназначенные для поиска полезных ископаемых;

3.4.5 средства распыления и точечного внесения биологических и химических агентов в задачах обработки сельско-хозяйственных и лесных угодий.

3.5 *Бортовая авионика, навигация и средства связи*, включая:

3.5.1 комплексированная (ГНСС + ИНС + СТЗ + магнитная навигационная система) бортовая навигационная система, сохраняющая работоспособность при отсутствии сигналов глобальных навигационных систем, в условиях отсутствия устойчивой связи, включая полеты в высоких арктических широтах.

3.5.2 компоненты систем навигации по имеющимся пространственным 3D данным, обеспечивающие обнаружение и уклонение от препятствий, птиц, животных, людей, других движущихся технических средств;

3.5.3 бортовое устройство, системное программное обеспечение, позволяющее осуществлять координацию полета множества БВС в реальном времени со взаимным оповещением и выдачей команд на автоматическую безопасную смену траектории движения, распределенное хранение данных роем в сетевом режиме, «прозрачное» добавление и удаление узлов беспроводной сети роя, самоорганизацию сети, назначение приоритетных и командных узлов сети, переназначение задач отдельным БВС, формирование роя, формирование

строя, полета роя по маршруту без использования средств связи и глобальных навигационных систем.

3.5.4 Разработка на основе коммерческих компонентов базовых элементов комплексов бортового оборудования, включая элементы устройств контроля, управления, навигации, связи, текущей и аварийной регистрации параметров и их послеполётного анализа, обеспечивающих решение всего спектра задач с требуемым уровнем качества, надежности, быстродействия, помехозащищенности.

3.6 *Инфраструктурные элементы, обеспечивающие взлет, посадку и базирование БВС,* включая:

3.6.1 система обслуживания БВС (в том числе групповых БАС), включающая систему привода на посадку, контейнер для хранения, систему быстрой подзарядки АКБ, роботизированную систему снаряжения БВС полезной нагрузкой и её разгрузки, стабилизированную платформу, предназначенную для стабилизации системы привода БВС на посадку, а также для обеспечения посадки БВС вертолетного типа на быстро движущийся по неровной поверхности транспортный объект или на качающуюся палубу корабля.

3.6.2 Устройства и системы для обеспечения посадки, и автоматической фиксации БВС (в том числе групповых БАС) на посадочной платформе, в том числе, динамической, автоматического выполнения операций технического обслуживания БВС, дозаправки или подзарядки.

3.6.2 Электронные средства, сенсоры, системы обработки данных с элементами ИИ для обеспечения ВВП БВС самолетного типа, включающие поиск и оценку пригодности площадки для посадки.

3.7 Силовая бортовая электроника и бортовые источники тока, включая:

3.7.1 Бортовые источники тока для силовых установок: аккумуляторные батареи, электрохимические, топливные элементы, гибридные. Электрохимические источники тока для применения в беспилотной авиации мощностью 0,25 - 10 кВт с рабочими температурами от -50 до +50С. Электрохимические источники тока для применения в беспилотной авиации мощностью до 300 кВт.

3.7.2 Энергетические установки на основе топливных элементов или проточных батарей любой природы.

3.7.3 Аккумуляторные батареи (АКБ) и устройства на основе аккумуляторов. Электронные системы управления АКБ.

3.7.4 Системы подзарядки (харвестеры) в полете источников питания беспроводных компонентов и сенсоров.

3.7.5 Высокоэффективные компактные электродвигатели, с высокой удельной мощностью, неохлаждаемые или с воздушным охлаждением, в том числе кольцевые, совмещенные с винто-кольцевым движителем, однополюсные с градиентным намагничиванием и многополюсные.

4 Приоритетные направления в области Коммерческая Космонавтика

Приоритетные направления в сфере космической деятельности: пусковые услуги при помощи СЛРН, кластерные пуски с предоставлением услуг орбитального буксира для разведения МКА по целевым орбитам; пуски суборбитальных КА; услуги связи, ДЗЗ, космического интернета.

4.1 Разработка платформ

4.1.1 *Платформа МКА* - унифицированная платформа модульного принципа построения для разработки МКА в сроки менее 1 года, унифицированные бортовые комплексы управления, камеры в оптическом диапазоне сверхвысокого разрешения; компактные бортовые источники энергии; комплексы интегрированной бортовой электроники, построенные на основе коммерческой компонентной базы; оптические системы связи, в том числе в ультрафиолетовом диапазоне.

4.2 Разработка критических технологий Коммерческой Космонавтики

Ниже перечислены технические концепции и отдельные технологии, которые являются на этапе становления отрасли приоритетными для выхода отечественных предприятий на глобальный рынок частной «малой» космонавтики.

4.2.1 *Технологии СЛРН* - силовые и формообразующие конструкции с показателем индекса конструктивного совершенства (отношение массы заправленного топливом и подготовленного к запуску носителя к массе пустой конструкции) не менее 30, в том числе, способные выдерживать перегрузки до 30g; вытеснительная подача топлива; электрические топливные насосы.

4.2.2 *Двигатели для СЛРН* - широкодиапазонные ракетные двигатели для одноступенчатых СЛРН, сопла с внешним расширением и внезапным расширением, эжекторы и резонаторы усилители тяги; ракетные и ракетно-прямоточные двигатели, использующие термодинамические циклы Хамфри и Фикетта-Джакоббса; ракетные двигатели на метане, на унитарных и трехкомпонентных топливах; технологии изготовления камер сгорания и сопел с помощью аддитивных технологий.

4.2.3 *МКА ДЗЗ сверхвысокого пространственного разрешения* (30-50 см), способные выполнять стереоскопическую съемку, необходимые для целей обновления ортофотопланов масштабом 1:10 000 (ЕЭКО).

4.2.4 *Двигатели* ориентации МКА и двигатели межорбитальных буксиров, электрореактивные и ионные двигатели.

4.2.5 *Технологические демонстраторы воздушно-космических летательных аппаратов*, МКА и микроспутников, средств довыведения (СВ) грузов на околоземную орбиту.

4.2.6 *Бортовые системы ориентации, взаимодействия, стыковки и средства связи* для МКА массой до 250 кг.

5 Приоритетные направления в области средств разработки, имитационного моделирования, оптимизации и виртуальных испытаний

5.1 Программное обеспечение (ПО) и облачные сервисы для экспресс-оптимизации аэроупругой конструкции БВС при условии решения сопряженной задачи расчета аэродинамики БВС и деформации его несущей системы, учитывающие конечные деформации; описывающие поведение при закритических сценариях нагружения.

5.2 ПО и облачные сервисы для экспресс-анализа аэродинамической компоновки, расчета масс компонентов БВС и полезных нагрузок, технико-экономических показателей БВС при заданных параметрах транспортной операции.

5.3 ПО и облачные сервисы для проведения виртуальных испытаний, моделирования жизненного цикла БВС, моделирования ускоренных ресурсных испытаний. ПО для топологической оптимизации силовых конструкций, состоящих из металлических материалов, композиционных материалов, материалов с анизотропными свойствами.

5.4 ПО и облачные сервисы для параметрической оптимизации силовых установок на основе газотурбинных двигателей, распределенных силовых установок, с винтовыми, винтокольцевыми и реактивными движителями.

6 Приоритетные направления в области ГеоХаб

6.1 Средства разработки сторонних приложений для платформы ГеоХаб,

6.2 Средства интеграции со сторонними сервисами и постоянное пополнение базой данных дистанционного зондирования.

6.3 Инфраструктура данных, порталы и сервисы оказания услуг по использованию данных, полученных с БВС и космических средств,

6.4 Сервисы по назначению задания БВС, оформлению разрешения на вылет, обработке информации, доставки информации пользователю в обработанном виде.