Способ организации воздушного движения на основе бортового ГЛОНАСС/GPS-оборудования и GSM/GPRS сетей в воздушном пространстве классов C, G

**Человек:** Предметом исследования в статье является инфраструктура организации воздушного движения и контроля использования воздушного пространства малой и беспилотной авиацией в нижнем сегменте воздушного пространства классов C, G. Развитие беспилотной авиации и отсутствие технических условий наблюдения и опознавания малогабаритных летательных аппаратов выявляет необходимость поиска новых решений обеспечения безопасности и эффективности полетов на низких высотах. Анализ развития аэронавигации и ОрВД показывает, что современный этап характеризуется использованием системы зависимого наблюдения, основанной на передаче координат летательных аппаратов бортовым ГЛОНАСС/GPS-оборудованием. С целью создания современного обеспечения аэронавигации, ОрВД и связи на малых высотах проведено исследование методом сравнительного анализа эффективности радиотехнических сетей связи и телекоммуникаций, каналообразующего и приемо-передающего оборудования при использовании зависимого наблюдения для малой и беспилотной авиации. Незначительные грузоподъемность и энергоэффективность легкой авиации обуславливают необходимость использования оборудования малой мощности и веса, что формирует новые требования к системам радиотехнического обеспечения полетов. В результате исследования определено, что из действующих систем спутниковой, авиационно-технологической и мобильной цифровой сотовой связи, более экономичной и эффективной является система мобильной GSM/GPRS связи. Новизна статьи: совокупность технических и нормативно-правовых условий позволили автору разработать способ организации воздушного движения на основе бортового ГЛОНАСС/GPS-оборудования и GSM/GPRS сетей связи в воздушном пространстве классов C, G.

**Key words:** инфраструктура, аэронавигация, беспилотный летательный аппарат, управление воздушным движением, радиолокация, зависимое наблюдение, сотовая связь, пространство класса G, спутниковая связь, способ

=================================

**FastText\_KMeans\_Clean:** Введенные средства УВД-ОрВД,. Созданы: 1922 г. в Главвоздухфлоте Инспекция, в т.ч. для контроля правил воздушных передвижений [8]; в 1932 г. центральная диспетчерская служба ГВФ, затем ГУ ГВФ [7]; в 1934 г. созданы территориальные Управления ГВФ и их структуры: авиагруппы, отряды, аэропорты [8]. - II этап ЕС УВД: созданы центры в Закавказье, Урале, Сибири, Дальнем Востоке, Средней Азии, Казахстане, Севере и т.д. [9]. №ВО-57 от 10.11.10). Перечисленные выводы позволяют сделать заключение, что создававшаяся для авиации на больших высотах система зависимого наблюдения ADS-B и приемо-передающее радиооборудование сетей авиационной связи, не обеспечит требуемую эффективность, в ряде случаев будет не применима в эксплуатации малой и беспилотной авиации в ВП классов G и нижних высотах ВП класса С. Расширяя круг исследований сравнительных характеристик по оценке использования радиокоммуникаций и каналообразующих устройств для легкой авиации был проведен анализ альтернативных сетей радиосвязи, также имеющих большое покрытие географических территорий и массовость в использовании. Сущность способа заключается в определении текущих координат летательного аппарата с помощью бортового ГЛОНАСС/GPS-оборудования (транспондера) и передаче установленного местоположения, а также высоты, скорости и других данных полета через транспондер и элементы мобильной телефонии по GSM/GPRS сетям связи на рабочие мониторы диспетчеров ОрВД.

**Key words part:** 0.75

=================================

**FastText\_KMeans\_Raw/:** В конце 2015, начале 2016 годов авиационные власти США, Европейского Сообщества и России вынуждены были принять поправки к авиационным законам, регулирующим порядок регистрации, подготовки внешних пилотов и использования беспилотников. В 40-е годы созданы первые РЛС: Редут, Редут-К. В 1945г. системы посадки-СП-4(5/6/7); 1950 г. РСБН-1, СП-50 [9]. - I этап ЕС УВД: РЦ, ЗЦ УВД в Европейской части СССР. №ВО-57 от 10.11.10). Перечисленные выводы позволяют сделать заключение, что создававшаяся для авиации на больших высотах система зависимого наблюдения ADS-B и приемо-передающее радиооборудование сетей авиационной связи, не обеспечит требуемую эффективность, в ряде случаев будет не применима в эксплуатации малой и беспилотной авиации в ВП классов G и нижних высотах ВП класса С. Расширяя круг исследований сравнительных характеристик по оценке использования радиокоммуникаций и каналообразующих устройств для легкой авиации был проведен анализ альтернативных сетей радиосвязи, также имеющих большое покрытие географических территорий и массовость в использовании. Были получены следующие результаты:. Сущность способа заключается в определении текущих координат летательного аппарата с помощью бортового ГЛОНАСС/GPS-оборудования (транспондера) и передаче установленного местоположения, а также высоты, скорости и других данных полета через транспондер и элементы мобильной телефонии по GSM/GPRS сетям связи на рабочие мониторы диспетчеров ОрВД.

**Key words part:** 0.6785714285714286

=================================

**FastText\_PageRank\_Clean/:** Введенные средства УВД-ОрВД,. появляется план-сводка движения (суточный план). 1975-1981 годы введен МЦ АУВД "Теркас". Введено УВД на английском языке. - АС УВД (“Старт”, “Стрела”) [11]. Всего: 1 ГЦ, 20 ЗЦ,189 РЦ. №ВО-57 от 10.11.10). Были получены следующие результаты:.

**Key words part:** 0.35714285714285715

=================================

**FastText\_PageRank\_Raw/:** Введенные средства УВД-ОрВД,. появляется план-сводка движения (суточный план). 1975-1981 годы введен МЦ АУВД "Теркас". Введено УВД на английском языке. - АС УВД (“Старт”, “Стрела”) [11]. Всего: 1 ГЦ, 20 ЗЦ,189 РЦ. №ВО-57 от 10.11.10). Были получены следующие результаты:.

**Key words part:** 0.35714285714285715

=================================

**Mixed\_ML\_TR/:** Система УВД включает: организацию воздушного пространства, планирование потоков воздушного движения, непосредственное УВД. №ВО-57 от 10.11.10). С технической точки зрения, система ADS-B это комплекс радиотехнических каналообразующих средств наблюдения и авиационной связи, унаследовавший от вторичной радиолокации частотные диапазоны и модернизированную сеть наземных приемников, технически и технологически связанных с органами ОрВД. 3. Аэронавигационное обслуживание на основе оборудования ADS-B и каналов авиационной связи, а также стоимость оборудования, даже в перспективе для пилотируемой малой и беспилотной авиации являются экономически высокозатратными, т.к. рассчитаны для крупных пользователей ВП. 4. При использовании единых каналов авиационной связи и систем ADS-B для магистральной, малой и беспилотной авиации интенсивность полетов последних перегрузит все материальные, финансовые и трудовые ресурсы органов ОрВД. 6. Действующие системы авиационной связи и наблюдения, использующие ADS-B технологию, и ОрВД на ее основе, включая структуру и работу органов ОрВД по контролю за ИВП, не обеспечат современных потребностей беспилотной и малой авиации для коммерческого использования в крупных населенных пунктах и прилегающих территориях. Перечисленные выводы позволяют сделать заключение, что создававшаяся для авиации на больших высотах система зависимого наблюдения ADS-B и приемо-передающее радиооборудование сетей авиационной связи, не обеспечит требуемую эффективность, в ряде случаев будет не применима в эксплуатации малой и беспилотной авиации в ВП классов G и нижних высотах ВП класса С. Расширяя круг исследований сравнительных характеристик по оценке использования радиокоммуникаций и каналообразующих устройств для легкой авиации был проведен анализ альтернативных сетей радиосвязи, также имеющих большое покрытие географических территорий и массовость в использовании.

**Key words part:** 0.7142857142857143

=================================

**MultiLingual\_KMeans/:** Система УВД включает: организацию воздушного пространства, планирование потоков воздушного движения, непосредственное УВД. №ВО-57 от 10.11.10). С технической точки зрения, система ADS-B это комплекс радиотехнических каналообразующих средств наблюдения и авиационной связи, унаследовавший от вторичной радиолокации частотные диапазоны и модернизированную сеть наземных приемников, технически и технологически связанных с органами ОрВД. 3. Аэронавигационное обслуживание на основе оборудования ADS-B и каналов авиационной связи, а также стоимость оборудования, даже в перспективе для пилотируемой малой и беспилотной авиации являются экономически высокозатратными, т.к. рассчитаны для крупных пользователей ВП. Перечисленные выводы позволяют сделать заключение, что создававшаяся для авиации на больших высотах система зависимого наблюдения ADS-B и приемо-передающее радиооборудование сетей авиационной связи, не обеспечит требуемую эффективность, в ряде случаев будет не применима в эксплуатации малой и беспилотной авиации в ВП классов G и нижних высотах ВП класса С. Расширяя круг исследований сравнительных характеристик по оценке использования радиокоммуникаций и каналообразующих устройств для легкой авиации был проведен анализ альтернативных сетей радиосвязи, также имеющих большое покрытие географических территорий и массовость в использовании.

**Key words part:** 0.7142857142857143

=================================

**Multilingual\_PageRank/:** В перспективе он характеризуется, по оценкам аналитиков центра TechNavio в США, ежегодным ростом объемов в среднем на 28 процентов в период 2014-2019 годов [5]. Дроны, ввиду малой массы и отражательной способности для радиолокационных сигналов, практически не видимы на индикаторах обзора ВП органов ОрВД. В 30-е годы начались полеты по приборам ночью. Введено УВД на английском языке. ВП РФ 26 млн. кв. километров, протяженность воздушных трасс - более 550 тыс.км, в т.ч. 356 тыс.км международных. Достоверной информацией о несанкционированных полетах БПЛА в настоящее время органы Единой системы ОрВД не обладают. что негативно скажется на эффективности ОрВД и повысит риски снижения безопасности полетов. - стоимость транспондеров и услуг связи из-за массовости самая низкая из всех сетей;.

**Key words part:** 0.42857142857142855

=================================

**RuBERT\_KMeans\_Without\_ST/:** Установление режимов и ограничений использования ВП, планирование потоков, УВД по трассам и МВЛ. - Внедрение сети АЗН-В наземных станций "Пульсар-Н"; - создание двойного поля наблюдения (РЛС + АЗН-В), на базе КПТС "СКАЛА" - "Пульсар-Н" - КСА УВД "Альфа"; - оснащение ВС транспондерами АЗН-В, ADS-B. ОрВД на основе применения механизма "Блочной модернизации авиационной системы (ASBU)", разработанной ИКАО. В настоящее время в первом контуре непосредственного управления воздушным движением используется несколько способов ОрВД и контроля ИВП диспетчерскими службами в зависимости от класса ВП. Система получила название Link Augmentation System или "ALAS" [13], обеспечивает ретрансляцию сигналов ADS-B, с использованием так же УКВ-диапазона, с несущей частотой 1090 МГц с бортового транспондера на наземные станции через спутниковые ретрансляторы. 3. Аэронавигационное обслуживание на основе оборудования ADS-B и каналов авиационной связи, а также стоимость оборудования, даже в перспективе для пилотируемой малой и беспилотной авиации являются экономически высокозатратными, т.к. рассчитаны для крупных пользователей ВП. 6. Действующие системы авиационной связи и наблюдения, использующие ADS-B технологию, и ОрВД на ее основе, включая структуру и работу органов ОрВД по контролю за ИВП, не обеспечат современных потребностей беспилотной и малой авиации для коммерческого использования в крупных населенных пунктах и прилегающих территориях.

**Key words part:** 0.6785714285714286

=================================

**RuBERT\_KMeans\_With\_ST/:** Созданы первые правила полетов и сигнализация на аэродромах, контроль расписания велся по журналам взлета и посадки. 1972 г. введен перечень ВТ, 1973 г. создана ЕС УВД, совместно с МО созданы Главный, зональные и районные центра ЕС УВД [9]. 3. Аэронавигационное обслуживание на основе оборудования ADS-B и каналов авиационной связи, а также стоимость оборудования, даже в перспективе для пилотируемой малой и беспилотной авиации являются экономически высокозатратными, т.к. рассчитаны для крупных пользователей ВП. 6. Действующие системы авиационной связи и наблюдения, использующие ADS-B технологию, и ОрВД на ее основе, включая структуру и работу органов ОрВД по контролю за ИВП, не обеспечат современных потребностей беспилотной и малой авиации для коммерческого использования в крупных населенных пунктах и прилегающих территориях. Внедренная технология GPRS (General Packet Radio Service), т.е. пакетной передачи данных, позволила одновременно с мобильной телефонией использовать сети GSM для передачи потокового вещания, включая интернет, мобильное ТВ, коммерческие услуги и, самое важное, установление и отслеживание местонахождения абонентов и объектов мониторинга.

**Key words part:** 0.4642857142857143

=================================

**RUBERT\_page\_rank\_Without\_ST/:** Развитие техники и технологии организации воздушного движения. В 30-е годы начались полеты по приборам ночью. Введено УВД на английском языке. №ВО-57 от 10.11.10). На экранах радаров будет отражаться в десятки и сотни раз большее количество ЛА, чем в настоящее время.

**Key words part:** 0.3928571428571429

=================================

**RUBERT\_page\_rank\_With\_ST/:** Принцип опережающего развития обусловлен необходимостью иметь для инфраструктуры всех видов транспорта резервы пропускной способности для избегания заторов, сбоев, пробок и других непроизводственных потерь [3]. В 30-е годы начались полеты по приборам ночью. Введено УВД на английском языке. №ВО-57 от 10.11.10). Были получены следующие результаты:.

**Key words part:** 0.35714285714285715

=================================

**RUSBERT\_KMeans\_Without\_ST/:** Гражданская авиация и национальные системы ОрВД оказались не готовы технически и юридически к обеспечению совместного использования ВП (ИВП) пилотируемой и беспилотной авиации. В ЕС ОрВД сосредоточено около 2 тысяч средств навигации, более 400 средств радиолокации, свыше 9 тысяч средств УКВ радиосвязи [9]. - Внедрение сети АЗН-В наземных станций "Пульсар-Н"; - создание двойного поля наблюдения (РЛС + АЗН-В), на базе КПТС "СКАЛА" - "Пульсар-Н" - КСА УВД "Альфа"; - оснащение ВС транспондерами АЗН-В, ADS-B. ОрВД на основе применения механизма "Блочной модернизации авиационной системы (ASBU)", разработанной ИКАО. Во время осуществления полета оборудование передает полетную информацию в виде сигналов через GSM/GPRS сети связи и приемники системы ADS-B на специальные телематические сервера органов ОрВД.

**Key words part:** 0.5

=================================

**RUSBERT\_KMeans\_With\_ST/:** Однако, отсутствие технической возможности объективного контроля ИВП БПЛА и игнорирование собственниками дронов требований регистрации и соблюдения правил полетов, ставят на повестку дня необходимость выработки мер по созданию специальной отдельной инфраструктуры по ОрВД в нижнем сегменте ВП, имеющем обозначение класса C, G [6]. Данная сеть была исследована в работе по ранее установленным техническим и экономическим критериям на возможность и эффективность использования малой и беспилотной авиацией [19]. Таким образом, сеть мобильной GSM/GPRS связи по критериям эффективности превосходит сеть авиационной связи и наблюдения ADS-B и сеть ГСС для обеспечения ОрВД и контроля ИВП легкой авиации в нижних сегментах ВП. Для авиатранспорта экономичность и безопасность являются краеугольными факторами, т.к. тесно вязаны с высокими рисками невосполнимых потерь в результате транспортировки пассажиров.

**Key words part:** 0.5714285714285714

=================================

**RUSBERT\_page\_rank\_Without\_ST/:** 1975-1981 годы введен МЦ АУВД "Теркас". №ВО-57 от 10.11.10). 2. Бортовое оборудование, используемое в системах ADS-B, производится до сих пор габаритным, тяжеловесным (более 1,5–2 кг, включая антенно-фидерные устройства) и энергоемким – более 5-15 Вт [17]. Были получены следующие результаты:. Развитие транспорта зависит от эффективности и гибкости созданной для него инфраструктуры.

**Key words part:** 0.35714285714285715

=================================

**RUSBERT\_page\_rank\_With\_ST/:** Введено УВД на английском языке. - II этап ЕС УВД: созданы центры в Закавказье, Урале, Сибири, Дальнем Востоке, Средней Азии, Казахстане, Севере и т.д. [9]. Для средств объективного контроля, например, радиолокаторов (РЛС), основными проблемами являются высокая затухаемость и низкая помехоустойчивость сигналов (сантиметровый диапазон), проявляющиеся на низких высотах в ВП класса G, где ландшафт и естественные препятствия вызывают ошибки из-за большого числа ложных отражений и затухания сигналов. Были получены следующие результаты:. Развитие транспорта зависит от эффективности и гибкости созданной для него инфраструктуры.

**Key words part:** 0.42857142857142855

=================================

**Simple\_PageRank/:** Сотни тысяч дронов сегодня и миллионы в ближайшем будущем, ежедневно поднимающиеся в единое воздушное пространство (ВП) с пилотируемой авиацией создают риски и реальную угрозу безопасности полетов по всему миру. Учитывая высокие риски снижения безопасности полетов, многие государства в 2015-2016 годах приняли запретительные меры для использования БПЛА в районах аэродромов, над городами и населенными пунктами. Отдельно следует оговорить, что данный сегмент ВП активно используется для полетов малой авиации, включающую спортивную, санитарную, ведомственную, частную и т.д. Поэтому инфраструктура организации воздушного движения в ВП классов C, G должна обеспечивать безопасность полетов, технико-экономические интересы и требования по ИВП малой авиации, даже при раздельных зонах полетов пилотируемых и беспилотных аппаратов. Для средств объективного контроля, например, радиолокаторов (РЛС), основными проблемами являются высокая затухаемость и низкая помехоустойчивость сигналов (сантиметровый диапазон), проявляющиеся на низких высотах в ВП класса G, где ландшафт и естественные препятствия вызывают ошибки из-за большого числа ложных отражений и затухания сигналов. 6. Действующие системы авиационной связи и наблюдения, использующие ADS-B технологию, и ОрВД на ее основе, включая структуру и работу органов ОрВД по контролю за ИВП, не обеспечат современных потребностей беспилотной и малой авиации для коммерческого использования в крупных населенных пунктах и прилегающих территориях. 3. Способ позволяет существенно снизить нагрузки на авиадиспетчеров органов ОрВД, работающих в нижнем сегменте ВП G и частично С классов, автоматизировать процессы управления воздушным движением и контроля воздушной обстановки как в разделенном ВП, так и совместно используемом пилотируемой и беспилотной авиацией.

**Key words part:** 0.7857142857142857

=================================

**TextRank/:** 4. При использовании единых каналов авиационной связи и систем ADS-B для магистральной, малой и беспилотной авиации интенсивность полетов последних перегрузит все материальные, финансовые и трудовые ресурсы органов ОрВД. 6. Действующие системы авиационной связи и наблюдения, использующие ADS-B технологию, и ОрВД на ее основе, включая структуру и работу органов ОрВД по контролю за ИВП, не обеспечат современных потребностей беспилотной и малой авиации для коммерческого использования в крупных населенных пунктах и прилегающих территориях. Перечисленные выводы позволяют сделать заключение, что создававшаяся для авиации на больших высотах система зависимого наблюдения ADS-B и приемо-передающее радиооборудование сетей авиационной связи, не обеспечит требуемую эффективность, в ряде случаев будет не применима в эксплуатации малой и беспилотной авиации в ВП классов G и нижних высотах ВП класса С. Расширяя круг исследований сравнительных характеристик по оценке использования радиокоммуникаций и каналообразующих устройств для легкой авиации был проведен анализ альтернативных сетей радиосвязи, также имеющих большое покрытие географических территорий и массовость в использовании. Таким образом, сеть мобильной GSM/GPRS связи по критериям эффективности превосходит сеть авиационной связи и наблюдения ADS-B и сеть ГСС для обеспечения ОрВД и контроля ИВП легкой авиации в нижних сегментах ВП. Для решения задачи наблюдения, идентификации и контроля ИВП как способа ОрВД в ВП С и G классов предлагается создать систему идентификации и контроля за ИВП на основе мобильных GSM/GPRS сетей связи и A-GPS технологии. 2. Обеспечение высокой ситуационной осведомленности всех участников воздушного движения и диспетчеров ОрВД на основе достоверных данных географических координат летательных аппаратов позволяет осуществлять эффективность использования и контроль ВП, увеличивать пропускную способность секторов ВП при высоком уровне безопасности полетов.

**Key words part:** 0.75

=================================

**TF-IDF\_KMeans/:** Развитие техники и технологии организации воздушного движения. Введенные средства УВД-ОрВД,. В 1960-е внедрены РЛС 1-го поколения: трассовые П-35, аэродромные Экран [10]. Вводится институт руководителей полетов. В данной сети используется прямой канал передачи сигналов ADS-B бортовым передатчиком на наземные приемные центры. Сравнение эффективности радиотехнических сетей связи и телекоммуникаций для использования зависимого наблюдения при полетах малой и беспилотной авиации. Основные результаты исследований изложены в нижеперечисленных пунктах в качестве выводов по существующим проблемам. Способ ОрВД на основе коммуникаций GSM/GPRS связи.

**Key words part:** 0.6071428571428571

=================================

**Текст:** . Целью Транспортной стратегии РФ на период до 2030 года определено «Формирование единого транспортного пространства России на базе сбалансированного опережающего развития эффективной транспортной инфраструктуры» [1] [2].. Принцип опережающего развития обусловлен необходимостью иметь для инфраструктуры всех видов транспорта резервы пропускной способности для избегания заторов, сбоев, пробок и других непроизводственных потерь [3]. Более негативными последствиями неразвитости или отсутствия инфраструктуры, например, на воздушном транспорте, являются снижение безопасности перевозок или запрет на их осуществление ввиду полной бессистемности организации воздушного движения (ОрВД).. Лавинообразное развитие производства и использования гражданских беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) уже в настоящее время потребовали разработки новой нормативно-правовой базы и необходимой инфраструктуры для организации и обеспечении их полетов. Совокупный рынок развития и использования беспилотников в мире в 2015 году достиг 127 миллиардов долларов США [4]. В перспективе он характеризуется, по оценкам аналитиков центра TechNavio в США, ежегодным ростом объемов в среднем на 28 процентов в период 2014-2019 годов [5]. Сотни тысяч дронов сегодня и миллионы в ближайшем будущем, ежедневно поднимающиеся в единое воздушное пространство (ВП) с пилотируемой авиацией создают риски и реальную угрозу безопасности полетов по всему миру.. Гражданская авиация и национальные системы ОрВД оказались не готовы технически и юридически к обеспечению совместного использования ВП (ИВП) пилотируемой и беспилотной авиации. Дроны, ввиду малой массы и отражательной способности для радиолокационных сигналов, практически не видимы на индикаторах обзора ВП органов ОрВД. Учитывая высокие риски снижения безопасности полетов, многие государства в 2015-2016 годах приняли запретительные меры для использования БПЛА в районах аэродромов, над городами и населенными пунктами. Однако, рост инцидентов с гражданскими воздушными судами (ВС) данные юридические инициативы не уменьшили.. В конце 2015, начале 2016 годов авиационные власти США, Европейского Сообщества и России вынуждены были принять поправки к авиационным законам, регулирующим порядок регистрации, подготовки внешних пилотов и использования беспилотников. Однако, отсутствие технической возможности объективного контроля ИВП БПЛА и игнорирование собственниками дронов требований регистрации и соблюдения правил полетов, ставят на повестку дня необходимость выработки мер по созданию специальной отдельной инфраструктуры по ОрВД в нижнем сегменте ВП, имеющем обозначение класса C, G [6].. Отдельно следует оговорить, что данный сегмент ВП активно используется для полетов малой авиации, включающую спортивную, санитарную, ведомственную, частную и т.д. Поэтому инфраструктура организации воздушного движения в ВП классов C, G должна обеспечивать безопасность полетов, технико-экономические интересы и требования по ИВП малой авиации, даже при раздельных зонах полетов пилотируемых и беспилотных аппаратов.. . Развитие техники и технологии организации воздушного движения. . Аэронавигационная инфраструктура и способы ОрВД постоянно совершенствуются в целях эффективности и безопасности авиаперевозок. Исторически следует выделить следующие этапы развития технического обеспечения и способы ОрВД, которые представлены в таблице:. . Основные этапы совершенствования способов УВД-ОрВД РФ. . Этапы. Введенные средства УВД-ОрВД,. навигации, связи. Применяемая технология УВД-ОрВД, способы регулирования полетов.. Органы управления.. 1910-. 1930-е гг.. Введены первые самолётные радио телефонные станции АК-21,АК-23 [7], в 1927 году электромагнитный компас.. В 1929 г. аэродромные маяки, бортовые радиостанции АКП, 11-13СК, 14С и 15С, наземные радиостанции 11Д. Созданы пеленгационный радиомаяк 13-А-1, бортовой радиокомпас РК-1, приводные р/станции, КВ-пеленгаторы СПП-1 [7]. Осуществлялись визуальные полеты и контроль с земли, ввели маршруты по гидролиниям и вдоль железных дорог. Созданы первые правила полетов и сигнализация на аэродромах, контроль расписания велся по журналам взлета и посадки. В 30-е годы начались полеты по приборам ночью. Введены воздушные линии от Москвы до крупных городов Урала, Сибири, Севера [9].. Созданы: 1922 г. в Главвоздухфлоте Инспекция, в т.ч. для контроля правил воздушных передвижений [8]; в 1932 г. центральная диспетчерская служба ГВФ, затем ГУ ГВФ [7]; в 1934 г. созданы территориальные Управления ГВФ и их структуры: авиагруппы, отряды, аэропорты [8].. 1940-1960-е. гг.. В 40-е годы созданы первые РЛС: Редут, Редут-К. В 1945г. системы посадки-СП-4(5/6/7); 1950 г. РСБН-1, СП-50 [9]. В 1960-е внедрены РЛС 1-го поколения: трассовые П-35, аэродромные Экран [10].. Внедряется дальняя УКВ радиосвязь, ввод радио станции “Тропосфера”.. Полеты организовываются под руководством и радио контролем аэродромных и районных диспетчерских служб. Вводится институт руководителей полетов.. Для организации движения реактивных и турбореактивных самолетов ВП разделено на верхнее и нижнее. Вводятся полеты по коридорам, эшелонам, критериям и минимумам,. появляется план-сводка движения (суточный план).. В 1947г. введены “Основные правила полётов над территорией СССР”, 1956 г. создана Служба аэронавигационной информации [9].. Вводится директивный принцип УВД, деление УВД на зоны и районы, в плане по секторам. Вводится классификация полетов, приоритетность.. Введено взаимодействие МГА и ГУ ГМС (Гидромет) СССР.. 1970- 1980-е. гг.. В 70-е внедрены первичные РЛК 2-го поколения трассовый Скала, аэродромный Иртыш, в 70-е более современные РЛС П-37 МЕЧ, Утес-Т, Экран-2. Разрабатываются средства вторичной радиолокации (ВРЛК) «Номер-Т» и «Корень» [10]. 1975-1981 годы введен МЦ АУВД «Теркас».. В 80-90-е годы начало внедрения системы ВРЛК для УВД. Введен ВРЛК "Корень-АС" с аппаратурой "Строка-Б", "Знак" и ответчик ВС типа СОМ-64 (СО-70/72М); ВРЛК «Крона», «Крона-М» [10].. Система УВД включает: организацию воздушного пространства, планирование потоков воздушного движения, непосредственное УВД. Введено УВД на английском языке.. 1972 г. введен перечень ВТ, 1973 г. создана ЕС УВД, совместно с МО созданы Главный, зональные и районные центра ЕС УВД [9]. Создание ЕС УВД:. - I этап ЕС УВД: РЦ, ЗЦ УВД в Европейской части СССР.. Установление режимов и ограничений использования ВП, планирование потоков, УВД по трассам и МВЛ. Работа по "Инструкции диспетчерам УВД по присвоению ВС кодов ВРЛ по нормам ИКАО».. - II этап ЕС УВД: созданы центры в Закавказье, Урале, Сибири, Дальнем Востоке, Средней Азии, Казахстане, Севере и т.д. [9].. - АС УВД (“Старт”, “Стрела”) [11].. Всего: 1 ГЦ, 20 ЗЦ,189 РЦ.. 1990-2010-е. гг.. ВП РФ 26 млн. кв. километров, протяженность воздушных трасс - более 550 тыс.км, в т.ч. 356 тыс.км международных. В ЕС ОрВД сосредоточено около 2 тысяч средств навигации, более 400 средств радиолокации, свыше 9 тысяч средств УКВ радиосвязи [9].. Развитие методов ОрВД и контроля ИВП: введены разрешительный порядок ИВП в ВП классов А и С и уведомительный (полетно-инф. обслуживание) в классе G. ОрВД, основанное на характеристиках: безопасность, эффективность и предсказуемость [11], бесшовность ОрВД.. - 30.04.1993 Постановлением Правительства РФ № 403 –ЕС УВД модернизация в ЕС ОрВД;. - 25.08.92 приказ № ДВ-98 введены ставки по взаиморасчетам за АНО.. 2010-2017-й. гг.. - Внедрение сети АЗН-В наземных станций «Пульсар-Н»; - создание двойного поля наблюдения (РЛС + АЗН-В), на базе КПТС «СКАЛА» - «Пульсар-Н» - КСА УВД «Альфа»; - оснащение ВС транспондерами АЗН-В, ADS-B. ОрВД на основе применения механизма «Блочной модернизации авиационной системы (ASBU)», разработанной ИКАО. ОрВД на принципах CNS/ATM (связь, навигация, наблюдение/ОрВД) [11].. Утверждена «Программа внедрения средств АЗН-В в РФ» НТС Минтранс РФ (прот. №ВО-57 от 10.11.10).. Одобрен Глобальный аэронавигационный план на 2013-2028 г.г., ИКАО, ноябрь 2012 г. (док.9750).. . . В настоящее время в первом контуре непосредственного управления воздушным движением используется несколько способов ОрВД и контроля ИВП диспетчерскими службами в зависимости от класса ВП. Способы регулирования осуществляются на основе радиосвязи по докладу экипажа, по данным радиолокационных комплексов и вторичной радиолокации, на основе системы зависимого наблюдения. Современный этап развития ОрВД характеризуется массовым внедрением системы автоматического зависимого наблюдения ADS-B (Automatic Dependent Surveillance-Broadcast, ADS-B) и MLAT (Multilateration Surveillance), рекомендуемыми Международной организацией гражданской авиации (ICAO) к внедрению документом, Doc 9750-AN/963 [11]. Система ADS-B основана на передаче координат и других данных полета каждым ВС органам ОрВД, а также в режиме всенаправленного радиовещания всем экипажам других судов в зоне навигации; для России этот способ называется автоматическое зависимое наблюдение - всенаправленное (АЗН-В) [12].. С технической точки зрения, система ADS-B это комплекс радиотехнических каналообразующих средств наблюдения и авиационной связи, унаследовавший от вторичной радиолокации частотные диапазоны и модернизированную сеть наземных приемников, технически и технологически связанных с органами ОрВД. В данной сети используется прямой канал передачи сигналов ADS-B бортовым передатчиком на наземные приемные центры.. Второй коммуникационной сетью приёма-передачи сигналов ADS-B является сеть глобальной спутниковой связи (ГСС), активно внедряемая американской компанией ADS-B Technologies в частности через спутниковую группировку Иридиум (Iridium). Система получила название Link Augmentation System или "ALAS" [13], обеспечивает ретрансляцию сигналов ADS-B, с использованием так же УКВ-диапазона, с несущей частотой 1090 МГц с бортового транспондера на наземные станции через спутниковые ретрансляторы.. Вместе с тем, используемые сети авиационной связи, как и средства радиотехнического наблюдения и обеспечения полетов, имеют технические ограничения использования, обусловленные характеристиками излучаемых сигналов, т.к. распространение волн УКВ-диапазона эффективно только на прямой видимости. Для средств объективного контроля, например, радиолокаторов (РЛС), основными проблемами являются высокая затухаемость и низкая помехоустойчивость сигналов (сантиметровый диапазон), проявляющиеся на низких высотах в ВП класса G, где ландшафт и естественные препятствия вызывают ошибки из-за большого числа ложных отражений и затухания сигналов. Данное явление известно как угол закрытия, когда минимальная дальность обнаружения (Rmin) в РЛС при малых углах места ограничивается влиянием местных предметов [14].. Данные ограничения не позволяют достоверно обнаружить и контролировать летательные аппараты (ЛА) малой авиации с небольшой отражательной поверхностью и на сверхнизких высотах от 0 до 200-400 м. С началом массового использования БПЛА к проблемам интенсивности ВД и малозаметности прибавился риск несанкционированного ИВП. Достоверной информацией о несанкционированных полетах БПЛА в настоящее время органы Единой системы ОрВД не обладают.. . Сравнение эффективности радиотехнических сетей связи и телекоммуникаций для использования зависимого наблюдения при полетах малой и беспилотной авиации.. . Сравнение сетей связи проведем на основе анализа технических и экономических характеристик эффективности авиационной технологической связи при трансляции сигналов ADS-B для эксплуатации малой и беспилотной авиацией [15]. Оценка производилась по критериям эффективности возможного использования каналообразующей аппаратуры, сети и каналов авиационной и ГСС связи на малых высотах. Основные результаты исследований изложены в нижеперечисленных пунктах в качестве выводов по существующим проблемам.. 1. Зоны территориального покрытия официальными сертифицированными ADS-B приемниками, подключенными к диспетчерским пунктам ОрВД, кроме аэроузловых центров, отсутствуют. Огромное количество ВС малой авиации и БПЛА, по самым скромным подсчетам, более 50 %, на низких высотах будут «не видимы» для аэродромных приемников из-за затухания ADS-B сигналов УКВ-диапазона [16].. 2. Бортовое оборудование, используемое в системах ADS-B, производится до сих пор габаритным, тяжеловесным (более 1,5–2 кг, включая антенно-фидерные устройства) и энергоемким – более 5-15 Вт [17]. Для БПЛА и части судов малой авиации это является технически и конструкционно большой, непреодолимой нагрузкой.. 3. Аэронавигационное обслуживание на основе оборудования ADS-B и каналов авиационной связи, а также стоимость оборудования, даже в перспективе для пилотируемой малой и беспилотной авиации являются экономически высокозатратными, т.к. рассчитаны для крупных пользователей ВП. Для поставщиков аэронавигационного обслуживания и органов ОрВД будет актуализироваться обратная задача, как компенсировать возрастающие расходы на развитие и рост интенсивности малой и беспилотной авиации при более низкой удельной доходности, по сравнению с большими ВС.. 4. При использовании единых каналов авиационной связи и систем ADS-B для магистральной, малой и беспилотной авиации интенсивность полетов последних перегрузит все материальные, финансовые и трудовые ресурсы органов ОрВД. На экранах радаров будет отражаться в десятки и сотни раз большее количество ЛА, чем в настоящее время. что негативно скажется на эффективности ОрВД и повысит риски снижения безопасности полетов.. 5. Внедрение системы ADS-B в США на основе ретрансляционных каналов ГСС (ADS-B Link Augmentation System, "ALAS"), позволит увеличить дальность и расширить зоны покрытия передающих сигналов, но потребует большей мощности передатчиков-транспондеров, больших расходов на оборудование, большей стоимости передачи сигналов по каналам ГСС связи, соответственно, существенно увеличит затраты на эксплуатацию ЛА.. 6. Действующие системы авиационной связи и наблюдения, использующие ADS-B технологию, и ОрВД на ее основе, включая структуру и работу органов ОрВД по контролю за ИВП, не обеспечат современных потребностей беспилотной и малой авиации для коммерческого использования в крупных населенных пунктах и прилегающих территориях.. 7. Совместное использование авиационных каналов связи пилотируемой и беспилотной авиацией несет риск непреднамеренного несанкционированного вмешательства непрофессиональных внешних пилотов БПЛА в работу органов ОрВД и полетов ВС гражданской авиации, что снижает безопасность полетов.. 8. Темпы роста производства и распространения БПЛА и легкомоторных ВС намного опережают национальные программы внедрения системы ADS-B во многих государствах. Даже в США, которые только магистральную авиацию переведут на ADS-B в 2020 году, беспилотников будет летать сотни тысяч, если не миллионы [18].. Перечисленные выводы позволяют сделать заключение, что создававшаяся для авиации на больших высотах система зависимого наблюдения ADS-B и приемо-передающее радиооборудование сетей авиационной связи, не обеспечит требуемую эффективность, в ряде случаев будет не применима в эксплуатации малой и беспилотной авиации в ВП классов G и нижних высотах ВП класса С.. Расширяя круг исследований сравнительных характеристик по оценке использования радиокоммуникаций и каналообразующих устройств для легкой авиации был проведен анализ альтернативных сетей радиосвязи, также имеющих большое покрытие географических территорий и массовость в использовании.. Принцип установления собственных координат, в том числе, с помощью ГСС ГЛОНАСС/GPS, и передачи их контролирующим структурам, используемый в системе ADS-B, не является уникальным. Исторически автоматический зависимый мониторинг движения объектов по передаваемым данным телеметрии активно использовался в середине ХХ века в управлении ракетной техникой и, особенно, в управлении полетами космических аппаратов. Центры управления полетами использовали свою специально созданную наземную сеть приемников, передатчиков и ретрансляторов для приёма-передачи сигналов.. Современные технологии обеспечили внедрение значительных достижений НТП в области связи и телекоммуникаций в последние десятилетия, создав технологию и инфраструктуру системы мобильной GSM/GPRS связи. Данная сеть была исследована в работе по ранее установленным техническим и экономическим критериям на возможность и эффективность использования малой и беспилотной авиацией [19]. Были получены следующие результаты:. - сотовая сеть имеет большее радиопокрытие населенных территорий всех стран;. - оборудование мобильной телефонии по весу может составлять десятки граммов и потреблять минимальное количество электроэнергии, в отличие от бортового ADS-B передатчика, требующего питания 27 В постоянного тока;. - стоимость транспондеров и услуг связи из-за массовости самая низкая из всех сетей;. - сотовая связь надежнее и эффективнее каналов ГСС, много дешевле;. - система мобильной GSM/GPRS связи позволяет создавать любую конфигурацию структур органов ОрВД, не ограничивая в объеме и качестве передаваемой информации;. - все телекоммуникационное, программное и каналообразующее оборудование работает в настоящее время, что не требует дополнительных капиталовложений, имеет апробированные и внедренные сервисы по мониторингу транспортных объектов.. Данная система GSM/GPRS связи, находящаяся в многолетней коммерческой эксплуатации миллионов пользователей, развивается на основе постоянного совершенствования качества связи и надежности средств коммуникаций.. Внедренная технология GPRS (General Packet Radio Service), т.е. пакетной передачи данных, позволила одновременно с мобильной телефонией использовать сети GSM для передачи потокового вещания, включая интернет, мобильное ТВ, коммерческие услуги и, самое важное, установление и отслеживание местонахождения абонентов и объектов мониторинга. Последнее осуществляется трансляцией по GPRS-каналам устанавливаемых приемником ГЛОНАСС/GPS, совмещенных с GSM/GPRS-модулями, собственных координат, как в системе ADS-B, на мониторы диспетчерских служб. Примером высокого качества использования сетей GSM/GPRS связи может служить система экстренного реагирования ЭРА-ГЛОНАСС [20].. Таким образом, сеть мобильной GSM/GPRS связи по критериям эффективности превосходит сеть авиационной связи и наблюдения ADS-B и сеть ГСС для обеспечения ОрВД и контроля ИВП легкой авиации в нижних сегментах ВП.. . Способ ОрВД на основе коммуникаций GSM/GPRS связи. . Для решения задачи наблюдения, идентификации и контроля ИВП как способа ОрВД в ВП С и G классов предлагается создать систему идентификации и контроля за ИВП на основе мобильных GSM/GPRS сетей связи и A-GPS технологии. Сущность способа заключается в определении текущих координат летательного аппарата с помощью бортового ГЛОНАСС/GPS-оборудования (транспондера) и передаче установленного местоположения, а также высоты, скорости и других данных полета через транспондер и элементы мобильной телефонии по GSM/GPRS сетям связи на рабочие мониторы диспетчеров ОрВД.. На каждом ЛА малой авиации и БПЛА должны быть установлены миниатюрные бортовые приемо-передающие ГЛОНАСС/GPS-транспондеры, аналогичные используемым в системах спутникового мониторинга транспорта или в системах аварийного оповещения ЭРА-ГЛОНАС и eCall (Европейского Союза). В ГЛОНАСС/GPS-транспондере используется приемник ГЛОНАСС/GPS сигналов, совмещенный с передатчиком, передающим сигналы в диапазонах 900, 1800, 1900 МГц GSM/GPRS связи. В транспондере элементы мобильной телефонии совмещены со слотом СИМ-карты и подключены к каналам определения высоты и скорости ЛА.. При регистрации летательного аппарата регистрирующие органы должны выдавать идентифицирующие СИМ-карты, помещаемые в бортовые ГЛОНАСС/GPS-транспондеры, совмещенные с GSM/GPRS-модулем. Во время осуществления полета оборудование передает полетную информацию в виде сигналов через GSM/GPRS сети связи и приемники системы ADS-B на специальные телематические сервера органов ОрВД. После программной обработки информация поступает на мониторы автоматизированных рабочих мест диспетчеров ОрВД для контроля правомерного использования воздушного пространства и организации воздушного движения.. . Выводы. . Развитие транспорта зависит от эффективности и гибкости созданной для него инфраструктуры. Своевременность постановки задачи обеспечения этой эффективности определяет производственные мощности, пропускную способность, темпы развития, безопасность и экономичность будущих перевозок. Для авиатранспорта экономичность и безопасность являются краеугольными факторами, т.к. тесно вязаны с высокими рисками невосполнимых потерь в результате транспортировки пассажиров.. 1. Представленный способ ОрВД для малой и беспилотной авиации на основе бортового ГЛОНАСС/GPS-оборудования и GSM/GPRS сетей является наиболее экономичным и ресурсосберегающим для владельцев и эксплуатантов ЛА малой авиации и БПЛА. Это позволяет, при использовании недорогих летательных аппаратов, направлять сэкономленные средства на увеличение темпов развития транспортных средств и организацию авиаперевозок.. 2. Обеспечение высокой ситуационной осведомленности всех участников воздушного движения и диспетчеров ОрВД на основе достоверных данных географических координат летательных аппаратов позволяет осуществлять эффективность использования и контроль ВП, увеличивать пропускную способность секторов ВП при высоком уровне безопасности полетов.. 3. Способ позволяет существенно снизить нагрузки на авиадиспетчеров органов ОрВД, работающих в нижнем сегменте ВП G и частично С классов, автоматизировать процессы управления воздушным движением и контроля воздушной обстановки как в разделенном ВП, так и совместно используемом пилотируемой и беспилотной авиацией..