

РАЗВИТИЕ ТЕХНОЛОГИЙ iCNS ДЛЯ ИНТЕГРАЦИИ БЕСПИЛОТНОЙ АВИАЦИИ В ВОЗДУШНОЕ ПРОСТРАНСТВО

А.И. ЛИСТОПАД, О.Н. СКРЫПНИК

Белорусская государственная академия авиации
Минск, Беларусь

Одна из характерных особенностей развития мировой авиационной транспортной системы состоит в бурном развитии беспилотной авиации, ее интеграции в общее с пилотируемой авиацией воздушное пространство (ВП) при безусловном сохранении и даже повышении уровня безопасности полетов. Основным инструментом интеграции беспилотных воздушных судов (БВС) в общее ВП является совершенствование системы организации воздушного движения на основе технологий CNS (Communication, Navigation, Surveillance) и в рамках концепции навигации, основанной на характеристиках (Performance Based Navigation, PBN) [1]. При этом сами технологии и инфраструктура средств CNS должны совершенствоваться, обеспечивая совместимость и высокую эффективность для новых пользователей ВП. С этой целью ведутся разработки интегрированной iCNS, в которой расширение возможностей связи, навигации и наблюдения базируется на использовании технологий сотовой связи 4G/5G, доступных при полетах на малых высотах.

Основные цели проектов iCNS включают:

предоставление расширенных услуг, обширного сбора оперативных данных и эффективного обмена информацией между поставщиками услуг и пользователями ВП (с особым акцентом на БВС и авиацию общего назначения (АОН));

рационализацию и оптимизацию использования спектра частот;

улучшение доступа АОН к аэропортам и ВП;

обеспечение доступа к аэропортам для новых пользователей, например системы городской аэромобильности (UAM), и реализацию автономных операций БВС и UAM в ВП;

повышение устойчивости функций CNS и быстрый переход на новые технологии.

В первую очередь, проекты направлены на повышение безопасности, киберзащищенности, эффективности и надежности будущих систем управления воздушным движением (УВД). Основная цель разработок заключается в создании взаимодействия между существующими органами УВД и технологиями UTM (Unmanned Traffic Management),

которые будут обеспечивать безопасность совместных полетов пилотируемых и беспилотных воздушных судов.

Ключевая особенность iCNS заключается в использовании сотовых сетей (4G и 5G) в качестве дополнения к существующим технологиям и архитектуре CNS в среде ATM/UTM, с особым акцентом на операции АОН и БВС (рис.1).

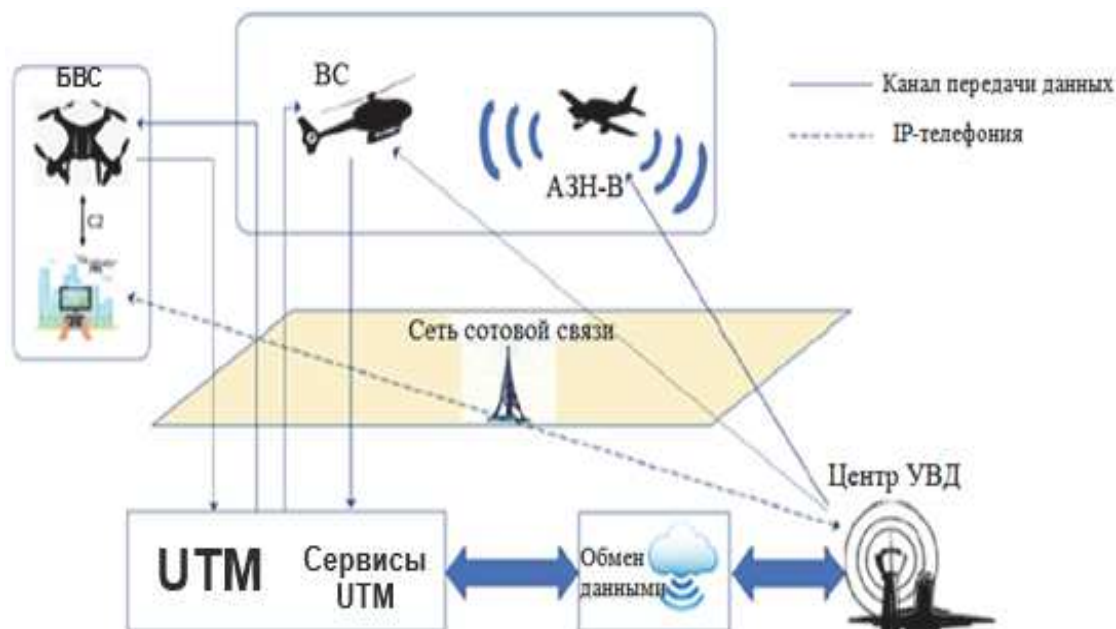


Рис. 1. Архитектура iCNS

Для реализации принципов PBN в iCNS возможны два решения: использование общедоступных сотовых сетей 4G/5G для поддержки полетов на малых высотах и использование выделенной сети 5G для поддержки сложных операций [2]. Такой подход обусловлен различными требованиями к предъявляемым характеристикам связи, наблюдения, навигации и точности выдерживания траекторий объектов.

В Беларуси главным поставщиком ИТ-инфраструктуры является компания beCloud. Провайдер оказывает услуги на базе опорной сети для Единой сети передачи данных и Республиканского центра обработки данных, основываясь на лучших мировых практиках [3]. Одним из основных продуктов beCloud является проект по внедрению сети LTE Advanced pro, которая относится к технологии 4G, обладающая более высокой скоростью передачи данных. На начало 2024 года LTE могли использовать 98,9% населения Беларуси.

На сегодняшний день покрытие сетью 4G обеспечено практически во всех районах страны. Используются три частотных диапазона базовых станций (БС): 800 МГц, 1800 МГц и 2600 МГц. Диапазон 800 МГц

имеет большой радиус действия, именно поэтому в этом диапазоне разворачиваются сети в сельской местности. В большинстве населенных пунктов применяется диапазон 1800 МГц. Такой диапазон позволяет обеспечить баланс между радиусом действия и проникающей способностью. Диапазон 2600 МГц используется в г. Минске и областных центрах. Он обладает улучшенной пропускной способностью, тем самым увеличивает скорость передачи данных до 25 Мбит/с.

В целом по стране в частотном диапазоне 1800 МГц работают 1860 базовых станций beCloud, МТС и Life, 520 станций А1, а общее количество БС в Беларуси уже превышает 3000. По высоте они подразделяются на вышки, мачты и башни. Наиболее подходящими с точки зрения развития iCNS являются башенные конструкции, поскольку дальность действия у таких БС, зависящая от высоты поднятия антенны, будет больше (табл.1). Поэтому развертывание сети БС типа «башня» будет более предпочтительно для пользователей БВС и АОН в сельской местности и удаленных районах. Однако высотные сооружения могут создать препятствия на пути следования ВС.

Табл. 1. Зависимость дальности действия (км) системы от высоты полета и поднятия антенны

Высота полета/высота антенны	Стандартная вышка (29 м)	Мачты, высота до 70 м	Башни, высота до 100 м
50	51	63	70
100	63	75	82
150	72	85	91
200	80	92	99

Также следует учитывать, что на фактическую скорость приема и передачи данных будут влиять условия распространения радиоволн, особенность рельефа местности, метеоусловия, технические характеристики используемых устройств и загруженность сети.

Измерения сетей LTE, проведенные в 2021 г. в рамках одного из проектов, подтвердили, что сеть мобильной связи общего пользования в современных типичных конфигурациях в целом достаточно надежна (сопоставима с производительностью на земле) на высоте около 100 метров. Однако, на больших высотах вероятность возникновения помех выше, что приводит к ухудшению качества сигнала.

Организация и контроль за воздушным движением БВС предполагает обмен большими объемами информации, поэтому предпочтительной для использования является сеть 5G, которая обладает высокой гибкостью и в дальнейшем может быть адаптирована для конкретного региона, если потребуется дополнительная мощность.

С функциональной точки зрения, сеть предоставляет возможность использования различной полосы пропускания в зависимости от спектра. Сети 5G могут обслуживать несколько сотен пользователей одновременно, однако требования к ее доступности и пропускной способности зависят от количества работающих устройств.

В проектах iCNS помимо классической сотовой связи беспроводная сеть сможет обеспечить групповое общение. При таком способе информация будет передана группе пользователей, которая может быть определена полустатически. Это повысит ситуационную осведомленность и снизит риск возникновения опасных ситуаций. Также рассматривается возможность использования сетей сотовой связи для организации линии связи СЗ между оператором БВС и диспетчером УВД. Одно из предложений — использовать VoIP, который также может быть реализован сетью беспроводной связи.

В некоторых проектах для обеспечения максимальной скорости обмена данными предлагается создание выделенной сети 5G. Однако такое решение требует больших финансовых затрат. Выделенные сети могут быть только локальными и применяться в районах с большой интенсивностью полетов. Поэтому на данный момент сети 4G/5G рассматриваются как единственный вариант, при котором технология сотовой связи потенциально могла бы использоваться в глобальных масштабах. К тому же в 2028-2030 годах планируется внедрение шестого поколения мобильной связи, в котором будет осуществлен переход от гигагерцового к терагерцовому диапазону. Благодаря этому зоны покрытия сети 6G расширятся в десятки раз, а скорость передачи данных, по существующим прогнозам, будет около 1Тбит/с.

Сотовые технологии помогут удовлетворить потребности пользователей ВП, осуществляющие полеты на малых высотах (прежде всего БВС и АОН), так как использующая их бортовая аппаратура обладает небольшим весом, низким энергопотреблением, невысокой стоимостью, а каналы связи имеют более высокую пропускную способность по сравнению с каналами CNS.

ЛИТЕРАТУРА

1. Системы CNS/АТМ: учеб. пособие / Сост. В.А. Казаков. - 2-е изд., перераб. и доп. - Ульяновск: УВАУ ГА, 2008. - 103 с.
2. FACT Project [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://fact.itu.edu.tr/#> . – Дата доступа: 17.03.2024.
3. BeCloud – официальный сайт провайдера облачных решений [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://becloud.by/> . – Дата доступа: 20.03.2024.