

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЕ ЗАДАЧИ, РЕШАЕМЫЕ В США ПРИ ОРГАНИЗАЦИИ СОВМЕСТНОГО БОЕВОГО ПРИМЕНЕНИЯ ПИЛОТИРУЕМЫХ И БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ

Д.Б. Изюмов, зам. дир. центра ФГБНУ НИИ РИНКЦЭ, *izyumov@extech.ru*

Е.Л. Кондратюк, нач. отдела ФГБНУ НИИ РИНКЦЭ, *kel@extech.ru*

В.И. Карпенко, глав. аналитик отдела ФГБНУ НИИ РИНКЦЭ, *cspp@extech.ru*

Рецензент: С.М. Аветисян, ФГКВООУ ВО Военная академия ракетных войск стратегического назначения имени Петра Великого Министерства обороны Российской Федерации, канд. техн. наук, *avetisyan@inbox.ru*

В статье рассмотрено понятие «беспилотный ведомый» (или «верный ведомый») – беспилотный летательный аппарат (БЛА), обозначаемый в вооруженных силах США термином Loyal Wingman. Представлены основа концепции боевого применения «верного ведомого» БЛА с высокой степенью автономности, обеспечиваемой искусственным интеллектом, а также обзор ряда текущих программ по разработке, созданию и отработке (проведению испытаний) взаимодействия различных пилотируемых самолетов вооруженных сил США с демонстрационными образцами перспективных «верных ведомых» БЛА. Обобщены основные научно-технические направления США при организации совместного боевого применения «верных ведомых» БЛА с пилотируемыми летательными аппаратами последних поколений.

Ключевые слова: летательный аппарат, пилотируемый летательный аппарат, беспилотный летательный аппарат, верный ведомый, беспилотный ведомый, многоцелевой истребитель, истребитель пятого поколения, истребитель шестого поколения, искусственный интеллект, концепция, программа, исследование, разработка, проект, демонстрационный образец, научно-техническая проблема, технология.

SCIENTIFIC AND TECHNICAL PROBLEMS SOLVED IN THE USA DURING THE ORGANIZATION OF JOINT COMBAT USE OF MANNED AND UNMANNED AERIAL VEHICLES

D.B. Izyumov, Deputy Director of Centre, SRI FRCEC, *izyumov@extech.ru*

E.L. Kondratyuk, Head of Department, SRI FRCEC, *kel@extech.ru*

V.I. Karpenko, Chief Analyst, SRI FRCEC, *cspp@extech.ru*

The article examines the concept of «unmanned wingman» (or «loyal wingman») – an unmanned aerial vehicle (UAV), designated in the US Armed Forces by the term Loyal Wingman. The article presents the basis of the concept of combat use of a «faithful wingman» UAV with a high degree of autonomy provided by artificial intelligence, as well as an overview of a number of current programs for the development, creation and testing (testing) of the interaction of various manned aircraft of the US Armed Forces with demonstration models of promising «faithful wingmen» UAVs. The main scientific and technical directions of the USA in organizing the joint combat use of «faithful wingmen» UAVs with manned aircraft of the latest generations are summarized.

Keywords: aircraft, manned aircraft, unmanned aerial vehicle, faithful wingman, unmanned wingman, multirole fighter, fifth-generation fighter, sixth-generation fighter, artificial intelligence, concept, program, research, development, project, demonstration model, scientific and technical problem, technology.

В США для обозначения беспилотных летательных аппаратов (БЛА), способных действовать совместно с пилотируемыми самолетами, ввели термин «лояльный (верный, надежный) ведомый» (Loyal Wingman)¹. Американские эксперты утверждают, что подобный летательный аппарат отличается от обычных БЛА наличием искусственного интеллекта (ИИ) и способностью взаимодействовать с современными (многоцелевыми истребителями F-22, F-35, F-15EX) и перспективными пилотируемыми самолетами (например, создаваемым стратегическим бомбардировщиком B-21, а также разрабатываемым по программе NGAD многоцелевым истребителем шестого поколения) [1]. Рассматриваемый тип БЛА способен действовать с высокой степенью автономности или полностью автономно, самостоятельно оценивать боевую обстановку и эффективно реагировать на ее изменение в условиях противодействия ПВО и авиации противника. К ключевым требованиям, предъявляемым к таким аппаратам, относят: низкую радиолокационную заметность, больший, чем у современных тактических истребителей, боевой радиус действия, повышенную маневренность, околозвуковую скорость, высокую прочность планера, модульность конструкции, возможность нести различную полезную нагрузку, модернизационный потенциал, а также сниженные стоимостные показатели серийного производства и технического обслуживания.

Военно-политическим руководством США «верные ведомые» БЛА рассматриваются как потенциальное средство ведения будущей высокотехнологичной войны с Российской Федерацией и КНР, поэтому их разработке, созданию и интеграции с бортовыми радиоэлектронными комплексами современных и перспективных пилотируемых летательных аппаратов уделяется значительное внимание.

К настоящему времени работы по тематике разработки, создания и будущего совместного боевого применения пилотируемых и беспилотных летательных аппаратов ведутся также в других странах по различным направлениям. Например, Европейский перспективный авиационный комплекс FCAS/SCAF (Future Combat Air System/Système de Combat Aérien du Futur) разрабатывается в двух полноценных вариантах – пилотируемом и беспилотном. В США, Китае, Турции и, по некоторым данным, Южной Кореи, Японии и Индии работы концентрируются на «беспилотных ведомых» БЛА специальной разработки, более дешевых в сравнении с пилотируемыми истребителями пятого и шестого поколений [2, 3].

С технической точки зрения для совместного боевого применения пилотируемых и беспилотных летательных аппаратов необходимо ведущий самолет и ведомый(-е) БЛА оснастить соответствующей аппаратурой: защищенной системой обмена данных и электроникой с элементами ИИ (комплексом целевого оборудования с автономными алгоритмами управления (программным обеспечением) на базе ИИ, а также системой управления вооружением для поражения наземных целей).

В последнее десятилетие наблюдается тенденция стремительного развития технологий ИИ военного назначения. В США с осени 2018 г. разработкой и внедрением военных систем ИИ занимаются специалисты специально созданного Объединенного центра искусственного интеллекта Министерства обороны США (US Department of Defense's Joint Artificial Intelligence Center – JAIC) [4]. Применительно к военной авиации в настоящее время ИИ используется и в некоторых разрабатываемых «беспилотных ведомых», и в комплексах, именуемых «рой дронов» (небольшие БЛА группового применения). Руководство Центра JAIC в последние годы активно заключает контракты с американскими компаниями в области развития технологий ИИ, например на создание системы, способной автоматически обрабатывать данные с сенсоров БЛА, управлять этими датчиками, а также полетом самого аппарата. В этих целях в конце 2020 г. с компанией General Atomics заключен контракт стоимостью 93,3 млн долл. [5]. Ожидается, что к 2030–2035 гг. практически каждый многофунк-

¹ Далее в статье Loyal Wingman будем обозначать как «беспилотный ведомый» или «верный ведомый» БЛА.

циональный (ударный, разведывательный) БЛА будет оснащен бортовой электроникой с ИИ (кроме разве что одноразовых БЛА, например барражирующих боеприпасов).

В ведущих зарубежных странах военные эксперты все чаще отмечают, что пилотируемый авиационный комплекс можно считать современным и передовым только в том случае, если он имеет возможность взаимодействовать с одним или несколькими ведомыми БЛА много-разового использования. Отличие взаимодействия пилотируемого самолета/вертолета² с обычным БЛА и БЛА типа «верный ведомый» заключается исключительно в высокой степени автономности последнего. Искусственный интеллект «верного ведомого» БЛА способен самостоятельно принимать решения, в том числе и на поражение объектов, включая живую силу противника³.

Выработке и дальнейшему развитию концепции «верного ведомого» БЛА способствовали два важнейших фактора: повышение эффективности современных средств ПВО и существенное удорожание пилотируемых авиационных комплексов. Так, потери пилотируемых самолетов, действующих в условиях противодействия ПВО высокотехнологичного противника, неизбежны, а восполнять потери дорогих, сложных и трудоемких в изготовлении самолетов последних поколений весьма непросто. К тому же не стоит забывать, что в США традиционно «болезненно» воспринимаются потери боевой авиационной техники. Согласно проведенным в США оценкам, в условиях слабого противодействия ПВО противника (вероятность преодоления ПВО – более 90%) для поражения 100 объектов необходимо в среднем около 150 крылатых ракет. В условиях «сильной ПВО» (вероятность преодоления ПВО – не более 10%) количество крылатых ракет должно превышать 4000 единиц и потребует нескольких сотен самолетовылетов [6].

В соответствии с принятой в США концепцией несколько «верных ведомых» БЛА будут сопровождать тактические истребители в зонах действия средств высокотехнологичной ПВО противника (сами истребители в зону действия ПВО входить не будут). Управление группой БЛА будет осуществляться с борта тактического истребителя путем выдачи команд на выполнение типовых задач (разведка заданного района, поиск и атака целей, отвлекающее маневрирование). Совершенствование тактики применения авиационных формирований, вооруженных самолетами пятого поколения, обуславливается объединением разнородных средств разведки и поражения в единую информационно-боевую систему. Применение подобных систем значительно усложняет задачу силам и средствам ПВО по опознаванию, классификации воздушных целей и их поражению. При этом использование БЛА на основе ИИ с активными и пассивными средствами разведки, РЭБ для выполнения обеспечивающих

² На современном этапе значительный опыт в области совместного использования пилотируемой и беспилотной авиации накоплен в сухопутных войсках США. Так, в армейской авиации отрабатывается порядок действий специализированного ударного вертолета AH-64E Apache Guardian совместно с разведывательным БЛА RQ-7B Shadow 200 и разведывательно-ударным БЛА MQ-1C Grey Eagle. Экипаж вертолета AH-64E, имеющий в распоряжении БЛА, осуществляет обмен данными с ним в реальном масштабе времени, управляет его полетом, средствами информационного обеспечения и вооружением. По мнению американских военных специалистов, это позволяет достигать таких преимуществ над противником, как большая дальность обнаружения целей, большой запас авиационных средств поражения (суммарный боезапас составляют средства вертолета и БЛА), а также низкая вероятность поражения вертолета ввиду сокращения периода или полного исключения его пребывания в зоне досягаемости средств поражения противника. Расширение возможностей применения вертолетов и БЛА в составе группы связано с проведением ряда организационно-технических мероприятий, к числу основных из которых относятся внедрение БЛА в оргштатную структуру авиационных формирований, проведение соответствующей подготовки летного состава (теоретическая, практическая, психологическая) и техники к функционированию в едином составе.

³ Здесь и далее морально-этическая сторона боевого применения БЛА с искусственным интеллектом не рассматривается.

действий существенно повышает живучесть пилотируемой авиации. Один из основных вариантов будущего применения тактической группы пилотируемой и беспилотной авиации ВВС США основан на снижении дальностей обнаружения средствами ПВО самолетов пятого поколения с учетом их малозаметности и обеспечивающих действий «верными ведомыми» БЛА. Применение в составе смешанной тактической группы разрабатываемых перспективных «верных ведомых» БЛА позволит наносить удары по стационарным и подвижным целям на удалении 2500–2700 км. Как отмечалось, управление такими «беспилотными ведомыми» планируется с самолетов типа B-214, F-15EX, F-16, F-22, F-35 и перспективного истребителя шестого поколения NGAD, зоны дежурства в воздухе которых могут располагаться на значительном удалении от «верных ведомых» БЛА.

Для использования самолетами пятого поколения современных высокоточных управляемых авиационных средств поражения в условиях формирования зон ограничения (воспреещения) доступа в настоящее время в США завершается разработка новой сверхзвуковой управляемой ракеты класса «воздух – поверхность» SiAW (Stand-in Attack Weapon), которая предназначена для поражения критически важных по времени целей. Комплексное применение противорадиолокационных ракет AARGM-ER (Advanced Anti-Radiation Guided Missile-Extended Range) и SiAW обеспечит преимущество в борьбе с ПВО высокотехнологичных стран уже к 2026 г. При этом поражение средств ПВО и подвижных целей в одном вылете группами подавления ПВО значительно упрощает задачу для ударных групп. Кроме того, сверхзвуковая крейсерская скорость полета позволяет повысить оперативность применения самолетов пятого поколения и уменьшить время нахождения в зоне действия огневых средств ПВО высокотехнологичного противника [6].

Концепция «верного ведомого» БЛА позволяет сэкономить на подготовке летчиков, сохранить жизни значительной части летного состава пилотируемых самолетов тактической авиации (в случае задачи прорыва ими высокотехнологичной ПВО противника) и существенно нарастить количественный состав тактической авиации. Стоит подчеркнуть, что развитие концепции «верного ведомого» находится на начальном этапе: в настоящее время такие БЛА не состоят на вооружении ни в одной стране мира. В долгосрочной перспективе различия между «ведомыми БЛА с ИИ» и традиционными, например разведывательно-ударными БЛА, исчезнут. Ключевым фактором успеха концепции «верный ведомый» является не БЛА как техническое средство, а его бортовое оборудование и заложенные алгоритмы работы ИИ.

В любом случае (и при применении дистанционно пилотируемых «традиционных» БЛА, и при использовании «верных ведомых» БЛА для поддержки тактической авиации) способ «массовый налет БЛА с плотностью, превышающей возможности средств ПВО по его отражению», наиболее вероятно, приведет к дезорганизации системы управления высокотехнологичной ПВО противника и перерасходу зенитных управляемых ракет. Во время такого массового налета для борьбы с самолетами-перехватчиками планируется применять часть БЛА в качестве средств РЭБ и удаленных ретрансляторов. По мнению американских специалистов, оптимальное сочетание пилотируемой и беспилотной авиации позволит обеспечить преодоление зоны ПВО для нанесения ударов в глубине обороны высокотехнологичного противника с наименьшими потерями. Возможно существенное расширение спектра задач, для решения которых можно совместно применять пилотируемую и беспилотную авиационную технику различной видовой принадлежности. Подобное совместное применение летательных аппаратов различных типов, классов и принадлежности к виду вооруженных

⁴ В отличие от предыдущих стратегических бомбардировщиков ВВС США самолет B-21 изначально создается как составная часть пространственно распределенной сетцентрической системы, включающей как пилотируемые, так и беспилотные средства разведки и поражения, объединенные каналами передачи данных.

сил является лишь промежуточным этапом на пути создания в более отдаленной перспективе (после 2040-х гг.) самоорганизующихся смешанных групп БЛА, способных действовать с высокой степенью автономности и самостоятельно принимать решения с учетом складывающейся обстановки [7].

В настоящее время в США реализуются несколько текущих программ, связанных с разработкой, созданием и отработкой (проведением испытаний) взаимодействия различных пилотируемых самолетов вооруженных сил США с демонстрационными образцами перспективных «верных ведомых» БЛА. Среди них – программы Skyborg, Collaborative Combat Aircraft, Venom-AFT, Off-Board Sensing Station и некоторые другие.

Программа Skyborg

Руководство ВВС США в долгосрочной перспективе планирует внедрять элементы ИИ в БЛА не только в целях повышения их боевых возможностей, но и для выполнения задач частичного замещения функций второго пилота (штурмана ведущего самолета). Для этого с 2019 г. запущена программа Skyborg по разработке БЛА с высокой степенью автономности, оптимизированного для совместных боевых действий с многоцелевыми истребителями США. В рамках этой программы ведется разработка нового программного обеспечения с элементами ИИ, или так называемого центрального блока управления (Autonomy Core System – ACS), которым будут оснащать разрабатываемые БЛА.

По заявлениям руководства ВВС США, первоначально программа Skyborg будет направлена на «демонстрацию модульной системы ACS открытой архитектуры и ее возможностей автономно управлять и направлять БЛА, а также поддерживать с ним связь». В конечном же счете планируется интегрировать в систему Skyborg более продвинутый искусственный интеллект и возможности его машинного обучения [8, 9].

Контракты на разработку и постройку прототипов БЛА были заключены в декабре 2020 г. с компаниями Kratos (сумма контракта – 37,7 млн долл.), General Atomics (14,3 млн долл.) и Boeing Australia⁵ (25,7 млн долл.). Одним из ключевых требований к разрабатываемому БЛА по программе Skyborg являлась низкая в сравнении с многоцелевым истребителем стоимость единичного образца (Low-Cost Attritable Aircraft Technology – LCAAT). В результате работ, проведенных специалистами вышеуказанных компаний, к настоящему времени созданы прототипы следующих ведомых БЛА [10–13]:

- БЛА XQ-58A Valkyrie компании Kratos;
- БЛА MQ-20 Avenger/Predator-C компании General Atomics (GA-ASI);
- БЛА MQ-28A Ghost Bat компании Boeing Australia.

БЛА XQ-58A Valkyrie. Разработан компанией Kratos совместно со специалистами Научно-исследовательской лаборатории ВВС США (Air Force Research Laboratory – AFRL). Представляет собой малозаметный БЛА с высокой дозвуковой скоростью и значительной продолжительностью полета. На данный БЛА возлагается выполнение различных боевых задач: от разведки до ведения РЭБ, а также поражения в основном наземных целей в качестве «верного ведомого» пилотируемого истребителя. Запуск БЛА осуществляется с автомобильного прицепа посредством твердотопливных стартовых ускорителей (рис. 1).

Первый полет созданный демонстрационный образец БЛА XQ-58A выполнил в марте 2019 г. К настоящему времени выполнено уже шесть одиночных полетов XQ-58A (шестой полет состоялся в марте 2021 г.). Причем в шестом полете с демонстратора XQ-58A впервые сбросили полезную нагрузку (небольшой БЛА ALTIUS-600), размещенную во внутреннем отсеке (рис. 2).

⁵ Компания Boeing Australia является крупнейшим подразделением американской компании Boeing за пределами США. Изначально БЛА MQ-28 разрабатывался с конца 2010-х гг. именно австралийским отделением компании Boeing при участии американских специалистов.



Рис. 1. БЛА XQ-58A Valkyrie перед запуском на автомобильном прицепе с твердотопливными стартовыми ускорителями



Рис. 2. БЛА XQ-58A Valkyrie демонстрирует сброс небольшого разведывательного БЛА ALTIUS-600 в ходе летных испытаний

ALTIUS-600 представляет собой малогабаритный автономный БЛА, который может быть запущен с земли, автомобилей, катеров, самолетов и более крупных БЛА для решения различных задач, включая ведение РЭБ, разведки, противодействие БЛА противника и наблюдение. Также этот БЛА может использоваться в качестве барражирующего боеприпаса. По данным компании-разработчика и производителя Anea-I (США), максимальная масса БЛА ALTIUS-600 составляет 12,25 кг (включая 2,5–3,0 кг полезной нагрузки в носовой части аппарата), максимальная дальность полета – 440 км, продолжительность полета – около 4 часов. Наиболее вероятно, что для совместного применения с БЛА-носителем XQ-58A Valkyrie дрон ALTIUS-600 будет оснащен системами видеонаблюдения, радиотехнической разведки или РЭБ.

Кроме ALTIUS-600, ведомый БЛА XQ-58A может нести управляемые ракеты класса «воздух – поверхность» AGM-176 Griffin, а также малогабаритные управляемые планирующие авиационные бомбы GBU-44/B Viper Strike и GBU-69/B Small Glide Munition (SGM). БЛА XQ-58A оснащен внутренним отсеком вооружения с 4 точками подвески авиационных средств поражения (АСП), а также еще четырьмя внешними подкрыльевыми точками подвески.

После шестого одиночного полета в 2021 г. уровень секретности работ по БЛА XQ-58A Valkyrie повысили. Известно, что в 2022 г. в программе летных испытаний было задействовано уже два таких БЛА с использованием искусственного интеллекта. По данным Минобороны США, БЛА XQ-58A продемонстрировал способность выполнять боевое задание в полностью автономном режиме при имитации потери связи со станцией управления. В августе 2023 г. Минобороны США распространило фотографии БЛА XQ-58A ВВС и Корпуса морской пехоты (КМП), выполняющих полеты в строю соответственно с истребителем-бомбардировщиком F-15E и истребителем F-16 (оба эти пилотируемых самолета принадлежат 96-му испытательному авиакрылу ВВС США).

Также известно, что в декабре 2020 г. на испытательном полигоне Юма (шт. Аризона, США) проводились испытания с отработкой задач управления группой боевой авиации (в составе истребителей F-22A и F-35A ВВС США и F-35B КМП США) через БЛА XQ-58A с установленной на нем системой, получившей обозначение gatewayOne, которая представляет собой сетевой шлюз⁶, который позволит истребителям пятого поколения полноценно обмениваться данными (разведывательной информацией, целеуказанием и т. п.). Указанная авиационная группа условно применялась в составе межвидовой группировки войск (сил) в ходе многосферных боевых действий (в соответствии с концепцией и стратегией многоуровневого противоборства MDB (Multidomain battle) вооруженных сил США). В процессе испытаний обрабатывались следующие вопросы: доведение информации (в том числе передача файлов большого размера) и сигналов от наземного пункта управления до самолетов группы, обмен информацией внутри авиационной группы между самолетами разного типа; передача на самолеты данных о местоположении объектов межвидовой группировки войск (сил), действующих совместно во всех средах (авиационной, космической, сухопутной, морской или рассматриваемом наравне с ними киберпространстве), но находящихся за пределами прямой видимости. Впервые был реализован совместный полуавтономный полет БЛА XQ-58A с F-22A и F-35A/B. По оценкам руководства учений, из 18 изначально поставленных задач только девять были решены успешно. При этом БЛА XQ-58A выполнил 80% общих заданий групповых испытаний.

Основные тактико-технические характеристики БЛА XQ-58A Valkyrie следующие: длина БЛА – 9,1 м, размах крыла – 8,2 м, перегоночная дальность – около 5500–5550 км, диапазон высот боевого применения – от 15 до 13700 м, крейсерская скорость полета – 0,72 М, максимальная скорость полета – 0,85 М, масса пустого БЛА – 1134 кг, максимальная взлетная масса – 2720 кг, масса полезной нагрузки (АСП) во внутреннем отсеке фюзеляжа – 272 кг, масса полезной нагрузки на внешних точках подвески – 272 кг. БЛА XQ-58A обладает низкой радиолокационной и тепловой (инфракрасной) заметностью благодаря расположению воздухозаборника и сопла турбореактивного двигателя над фюзеляжем.

К настоящему времени компания Kratos изготовила около 12 БЛА XQ-58A Valkyrie. По имеющейся информации, с конца 2022 г. некоторые из этих БЛА, оснащенные комплектом целевого оборудования с ИИ и системой управления вооружением для поражения

⁶ Разработка сетевого шлюза ведется в рамках более масштабной программы по созданию единой автоматизированной системы боевого управления действиями ВВС США (Advanced Battle Management System – ABMS). Последняя объединит самолеты, вертолеты, спутниковые системы, наземную и морскую технику. В свою очередь, система gatewayOne позволит истребителям F-22A и F-35A/B вести полноценный обмен данными не только друг с другом, но и с другими самолетами на театре военных действий, а также получать информацию со спутников.

наземных и надводных целей, начали поступать в распоряжение ВВС, ВМС и КМП США. В ближней перспективе будет продолжена отработка взаимодействия различных пилотируемых самолетов ВС США с БЛА XQ-58A, среди которых – F-15E/EX, F-16, F-22A и F-35 различных модификаций. Уже к 2025–2026 гг. возможна практическая реализация действия БЛА XQ-58A Valkyrie в составе смешанных авиационных групп ВС США для решения задач поражения наземных целей, прикрытых средствами ПВО.

БЛА MQ-20 Avenger/Predator-C. НИОКР по БЛА MQ-20 Avenger/Predator-C начались еще в 2000-е гг. в рамках программы MQ-X по разработке БЛА, предназначенного для замены разведывательно-ударных БЛА MQ-9. Первый полет прототип БЛА MQ-20 Avenger выполнил в 2009 г. В 2012 г. руководство ВВС и ВМС США закрыло программу MQ-X, однако, несмотря на это, специалисты компании разработчика General Atomics продолжили работы по данному БЛА, включая проведение его летных испытаний. В настоящее время применительно к программе Skyborg доработке подвергся не столько планер БЛА MQ-20 Avenger, сколько его бортовое радиоэлектронное оборудование (БРЭО). Сумма контракта с ВВС США (минимального из трех контрактов по программе Skyborg, см. выше) затрагивает разработку только БРЭО и внесение минимальных изменений в конструкцию планера этого БЛА. По имеющимся данным [14], весной 2023 г. БЛА MQ-20 продемонстрировал возможность ведения воздушного боя в полуавтономном режиме, при этом связь с аппаратом поддерживалась через низкоорбитальные спутники системы LEOSATCOM (Low Earth Orbit SATellite COMmunication). Более того, анализ ряда публикаций 2023 г. позволяет сделать вывод об интенсивной наработке данных, необходимых для обучения искусственного интеллекта БЛА MQ-20 ведению воздушных боев с участием пилотируемых самолетов как ВВС США, так и частных компаний (например, таких, как компания TacAir, которая располагает большим парком реактивных самолетов и привлекается Минобороны США к учебно-боевой подготовке летчиков военно-воздушных сил) [15].

БЛА MQ-28A Ghost Bat. Впервые макет этого БЛА был продемонстрирован в феврале 2019 г. на Австралийском международном авиашоу. Программу разработки БЛА MQ-28A Ghost Bat финансировало, главным образом, Минобороны Австралии, и первые три демонстрационных образца были построены на заводе компании Boeing в г. Брисбене (Австралия). Первый полет БЛА MQ-28A выполнил на австралийском полигоне Вумера (Woomera) 27.02.2021. В 2022 г. руководство Минобороны Австралии заказало десять БЛА MQ-28A в серийной конфигурации с поставкой в 2024–2025 гг. Три прототипа остаются собственностью компании Boeing. Весной 2023 г. были опубликованы первые фотографии БЛА MQ-28A (рис. 3).

Среди объявленных основных характеристик БЛА MQ-28A – следующие: длина БЛА – 11,7 м, размах крыла – 7,3 м, перегоночная дальность – 3700 км, боевой радиус действия – 1700 км, крейсерская скорость полета – 650 км/ч, максимальная скорость полета – 1055 км/ч, масса пустого БЛА – 1500 кг, максимальная взлетная масса – не более 3000 кг, максимальная масса полезной нагрузки – 500 кг. Аппарат оснащен модульной системой ACS для автономного полета и работы в паре с пилотируемыми самолетами. Съемная (модульная) носовая часть БЛА длиной 2,4–2,6 м в зависимости от поставленных задач может быть оснащена различным БРЭО, например активной фазированной антенной решеткой с электронным сканированием AESA (Active Electronically Scanned Array), оптико-электронными средствами разведки или средствами ведения РЭБ.

Программа Collaborative Combat Aircraft (CCA)

Целью программы Skyborg является отработка концепций боевого применения БЛА в качестве «верного ведомого», отработка ряда конструктивно-технологических решений, алгоритмов управления и принятия решений при помощи ИИ. Результат в виде серийного производства разработанных и созданных демонстрационных образцов (прототипов) выше-рассмотренных БЛА реализация программы Skyborg не предусматривает. Такой результат должна дать реализация программы CCA (Collaborative Combat Aircraft) [16]. О принципах

альной разнице программ Skyborg и ССА дает представление их бюджет. Если на три проекта, работы по которым ведутся по программе Skyborg, планируется потратить менее 100 млн долл., то расходы по программе ССА к 2028 г. могут достигнуть 6 млрд долл.



Рис. 3. Внешний вид БЛА MQ-28A Ghost Bat компании Boeing Australia

О существовании программы ССА стало известно в марте 2023 г., когда министр ВВС США Фрэнк Кендалл (Frank Kendall) объявил, что в долгосрочной перспективе планируется закупить около 200 истребителей шестого поколения NGAD (Next-Generation Air Dominace), а также не менее 1000 единиц (от 1000 до 1500) ведомых БЛА, обозначаемых как Collaborative Combat Aircraft. Первоначально цифра в 1000 единиц БЛА была основана на оперативной концепции, согласно которой два из этих БЛА будут действовать совместно с каждым из 200 самолетов NGAD, а также с 300 истребителями F-35A. Программа Collaborative Combat Aircraft является составной частью программы NGAD⁷. Предполагается, что такие ведомые БЛА с дополнительными авиационными средствами поражения и бортовыми датчиками (обнаружения, разведки, РЭБ) будут сопровождать пилотируемый истребитель, что значительно повысит боевую мощь одного вылета [17].

В целом программа NGAD («Следующее поколение превосходства в воздухе» или «Господство в воздухе нового поколения») официально стартовала в 2018 г., а с 2019 г. была отнесена к приоритетным направлениям НИОКР в рамках военного бюджета США. Эта программа предусматривает прежде всего разработку и создание многоцелевого истребителя шестого поколения в качестве основного средства ВВС США для завоевания превосходства в воздухе и поэтапной замены с 2030 г. состоящих на вооружении ВВС многоцелевых

⁷ За период 2021–2027 гг. на программу NGAD, включая разработку, создание, проведение испытаний и доработок нового трехконтурного двигателя с адаптивным циклом для перспективного истребителя шестого поколения, будет направлен 21 млрд долл. (из них 15,8 млрд долл. – непосредственно на программу NGAD). Что касается программы ССА, то, например, в 2024 финансовом году на ее реализацию направлено около 500 млн долл., при этом 72 млн долл. из этой суммы предназначено для формирования экспериментального подразделения, задачей которого станет отработка концепций и тактики боевого применения БЛА ССА, а также организационно-штатной структуры строевых частей.

истребителей пятого поколения F-22A Raptor. Также программа NGAD включает развертывание целого семейства связанных систем для ведения боевых действий в воздушном пространстве, которые могут включать истребители, ведомые БЛА, опционально пилотируемые системы, средства космического базирования и платформы в киберпространстве. В связи с этим программу NGAD в США называют «системой систем». По заявлениям в 2022 г. бывшего тогда начальника штаба ВВС США генерала Чарльза Брауна (Charles Brown)⁸, результат программы NGAD будет представлять собой «полностью автономную систему, которая не будет иметь внешних программных входов, но при этом сама сможет получать внешнюю информацию от других систем – от спутников, центров командования, БЛА и других самолетов. Таким образом, эту систему физически нельзя будет взломать».

Американскими военными экспертами перспективный БЛА ССА описывается как относительно дешевый (в сравнении с пилотируемым истребителем) летательный аппарат с высокой степенью автономности, обеспечиваемой искусственным интеллектом, оптимизированный для совместных боевых действий с многоцелевыми истребителями пятого и шестого поколений и обладающий высокой степенью выживаемости в условиях противодействия со стороны «сильной ПВО». По заявлению министра ВВС США Фрэнка Кендалла, стоимость перспективного БЛА ССА может составлять от половины до четверти стоимости истребителя F-35A, который, в свою очередь, по словам исполнительного директора программы F-35 генерал-лейтенанта Майкла Дж. Шмидта (Michael J. Schmidt), составляет 82,5 млн долл. Это означает ориентировочную стоимость БЛА ССА от 20,6 до 41,3 млн долл. [18]. Однако в дальнейшем – в случае ожидаемого крупносерийного производства БЛА ССА – их стоимость, по мнению Ф. Кендалла, должна снизиться до 10–20 млн долл.

По некоторым данным, для дальнейшей реализации программы Collaborative Combat Aircraft руководство ВВС США намерено выбрать только две компании среди разработчиков «верных ведомых» БЛА: компании Boeing, Lockheed Martin, Northrop Grumman, General Atomics, Anduril Industries, Kratos. В качестве БЛА ССА предположительно будет принят один из аппаратов, разработанных по программе Skyborg. Учитывая высокое лобби в военно-политических кругах США компании Boeing, одним из аппаратов, скорее всего, будет выбран БЛА MQ-28A Ghost Bat. Руководитель закупок ВВС США Эндрю Хантер (Andrew Hunter) заявил, что первые БЛА ССА могут поступить на вооружение в конце 2020-х гг., за несколько лет до создания истребителя шестого поколения NGAD. При этом БЛА ССА дополнит все образцы тактической авиации ВВС США, а не только перспективный истребитель шестого поколения NGAD.

Программа Viper Experimentation and Next-gen Operations Model-Autonomy Flying Testbed program (Venom-AFT)

Программа Venom-AFT направлена на изучение, развитие и ускорение разработки и тестирования автономных программных решений (технологий автономных полетов) как на летательных аппаратах с экипажем, так и без него. Она предусматривает отработку (проведение испытаний) искусственного интеллекта для перспективного БЛА ССА на летающей лаборатории компании General Dynamics X-62A VISTA (Variable Stability In-flight Simulator Test Aircraft), представляющей собой модернизированный истребитель F-16D ВВС США. Очевидно, что программа Venom-AFT тесно связана с приоритетной для руководства ВВС США программой Collaborative Combat Aircraft.

Для проведения соответствующих исследований и испытаний в общей сложности планируется дооборудовать шесть⁹ истребителей F-16 ВВС США в летающие лаборатории с авто-

⁸ С 01.10.2023 генерал Ч. Браун вступил в должность председателя Объединенного комитета начальников штабов.

⁹ Первые три из которых прибыли на базу ВВС США Эглин (шт. Флорида, США) в начале апреля 2024 г.

номными системами искусственного интеллекта. После чего будет проведен комплекс испытаний с полным и постоянным присутствием пилотов на борту, способных вмешиваться в работу алгоритмов ИИ в режиме реального времени. В частности, пилот F-16 будет следить за работой автономного программного обеспечения с целью убедиться, что оно работает так, как запланировано, и в том, что все цели испытаний достигнуты. При этом в случае возникновения нештатных ситуаций пилот F-16 в любое время будет иметь возможность запускать и останавливать определенные алгоритмы.

Запрос финансирования руководства ВВС США на 2024–2027 гг. по программе Venom-AFT составляет около 70 млн долл., большая часть которых – 50 млн долл. – выделена на 2024 г. [19].

Программа Off-Board Sensing Station (OBSS)

Предусматривает размещение на ведомом БЛА разнообразных датчиков ведущего пилотируемого самолета. В качестве ведомого компанией General Atomics разрабатывается разведывательный БЛА XQ-67A, оснащенный инфракрасными датчиками, функционирующими в пассивном режиме и невосприимчивыми к системам радиоэлектронного противодействия противника. Система ИК-датчиков IRST (Infrared Search and Track System) позволяет обнаруживать малозаметные цели. Согласно заявлениям представителей Минобороны США, реализация программы OBSS позволит значительно увеличить разведывательные возможности ведущего самолета. Также предполагается, что несколько ведомых БЛА с такими датчиками могут быть объединены в сеть, управляемую ведущим самолетом. Ожидается, что БЛА XQ-67A также может быть оснащен модульной полезной нагрузкой – обзорной РЛС и средствами оптико-электронного наблюдения [20, 21].

Созданный к настоящему времени единственный демонстрационный образец БЛА XQ-67A (рис. 4) совершил первый полет в конце февраля 2024 г. в летно-испытательном центре компании General Atomics (шт. Калифорния, США). Научно-исследовательская лаборатория ВВС США (AFRL), возглавляющая программу OBSS, относит БЛА XQ-67A ко второму поколению автономных аппаратов типа ACP (Autonomous Collaborative Platform)¹⁰.

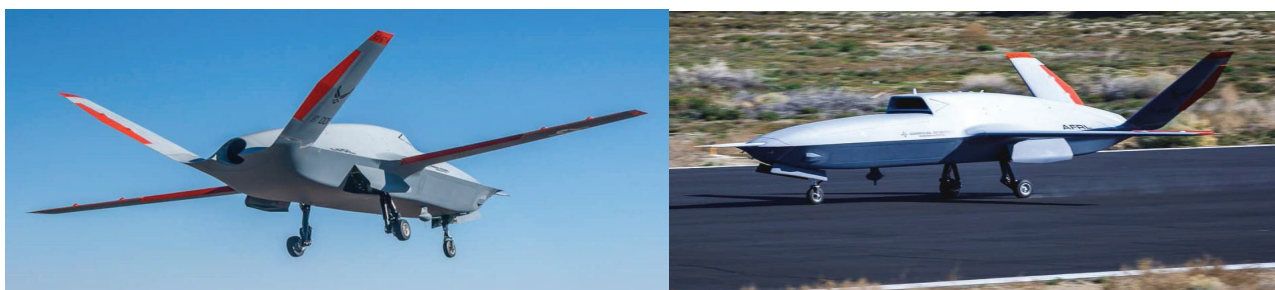


Рис. 4. Внешний вид БЛА XQ-67A компании General Atomics

Как видно из рис. 4, БЛА XQ-67A оснащен трехопорным убирающимся шасси, имеет V-образное хвостовое оперение и крыло с малым углом стреловидности. Воздухозаборник двигателя XQ-67A расположен в верхней части фюзеляжа. Данные о возможностях и тактико-технических характеристиках отсутствуют.

¹⁰ Автономная платформа для совместного боевого применения. К первому поколению таких БЛА руководство AFRL относит рассмотренный выше БЛА XQ-58A Valkyrie компании Kratos. БЛА XQ-67A также разработан в рамках программы по созданию БЛА с низкой стоимостью (программа LCAAT), способных поддерживать пилотируемые летательные аппараты.

Таким образом, анализ концепции «лояльного (верного, надежного) ведомого» (Loyal Wingman) БЛА, а также существующих программ США по разработке БЛА с высокой степенью автономности, обеспечиваемой искусственным интеллектом, оптимизированных для совместных боевых действий с многоцелевыми истребителями последних поколений, показал, что основными научно-техническими направлениями в данной области являются:

- дальнейшее развитие технологий ИИ военного назначения в целях создания полностью автономных многофункциональных модульных БЛА, способных выполнять боевые задачи самостоятельно или совместно с пилотируемыми летательными аппаратами;

- изучение и развитие технологий автономных полетов на летательных аппаратах как с экипажем, так и без него;

- разработка автономных алгоритмов и соответствующего программного обеспечения для «верных ведомых» БЛА;

- развитие концепции опционально пилотируемых летательных аппаратов;

- разработка и создание Collaborative Combat Aircraft с высокими летно-техническими и боевыми возможностями из расчета два БЛА ССА на один многоцелевой истребитель пятого или шестого поколения для их совместного эффективного боевого применения;

- разработка, создание и развитие авионики с учетом внедрения элементов искусственного интеллекта;

- проведение испытаний и дальнейшая отработка взаимодействия различных пилотируемых самолетов ВС США (F-15E/EX, F-16, F-22 и F-35 различных модификаций) с создаваемыми демонстрационными образцами «верных ведомых» БЛА (XQ-58A Valkyrie, MQ-20 Avenger/Predator-C, MQ-28A Ghost Bat, XQ-67A и некоторыми другими), включая интенсивную наработку данных, необходимых для обучения искусственного интеллекта этих БЛА (обеспечение приобретения и накопления опыта, наращивание потенциала в скорости и безошибочности принятия искусственным интеллектом решений);

- обеспечение проектирования перспективного «верного ведомого» БЛА по модульному принципу открытой архитектуры для возможности быстрого переоснащения БЛА необходимой полезной нагрузкой в зависимости от поставленной боевой задачи, а также возможности проведения необходимого количества модернизаций оборудования в будущем;

- создание и интеграция продвинутого искусственного интеллекта и расширение возможностей его машинного обучения;

- создание недорогих полуавтономных БЛА воздушного базирования, способных действовать как в боевом, так и в разведывательном варианте, массовый запуск которых предусмотрен с борта самолетов различного типа;

- интеграция создаваемых полуавтономных и автономных БЛА в едином информационно-коммуникационном пространстве вооруженных сил в целях обеспечения гарантированной передачи управляющих команд и высокоскоростного обмена информацией о взаимном положении пилотируемых и беспилотных ЛА на ТВД;

- разработка и внедрение специализированного программного обеспечения для повышения кибербезопасности систем управления БЛА на основе искусственного интеллекта;

- разработка, создание и расширение номенклатуры малогабаритных высокоточных управляемых авиационных средств поражения, а также малоразмерных разведывательных дронов для оснащения ими «верных ведомых» БЛА;

- разработка, создание и дальнейшее развитие технологий современных высокоточных управляемых авиационных средств поражения в условиях формирования зон ограничения (воспрещения) доступа (в первую очередь разработка и совершенствование противорадиолокационных ракет типа AARGM-ER и SiAW);

- повышение точности и увеличение дальности применения высокоточных управляемых авиационных средств поражения самолетами пятого поколения и перспективными истребителями шестого поколения.

Статья выполнена при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования Российской Федерации в рамках Государственного задания 2024 г. № 075-00698-24-03.

Список литературы

1. Изюмов Д.Б., Кондратюк Е.Л., Карпенко В.И. Научно-технические проблемы создания многоцелевого истребителя шестого поколения за рубежом // *Инноватика и экспертиза*. 2024. Вып. 1 (37). С. 109–123.
2. Никольский М. «Верный ведомый». Или уже «ведущий»? // *Авиация и космонавтика*. 2024. 29 февраля. № 2. С. 10–17.
3. Loyal Wingman And The Future Of The UAV. 10, December 2022. URL: <https://www.uavnavigation.com/company/blog/loyal-wingman-and-future-uav> (дата обращения: 24.09.2024).
4. Terri Moon Cronk. Joint Artificial Intelligence Center Has Substantially Grown To Aid The Warfighter. November 18, 2020. URL: <https://www.defense.gov/News/News-Stories/Article/Article/2418970/joint-artificial-intelligence-center-has-substantially-grown-to-aid-the-warfigh> (дата обращения: 24.09.2024).
5. Сайт компании General Atomics. GA-ASI Awarded Smart Sensor Contract. 24 November 2020. URL: <https://www.ga.com/ga-asi-awarded-smart-sensor-contract> (дата обращения: 24.09.2024).
6. Михайлов Д.В., Сафонов А.С. Подходы командования военно-воздушных сил США к комплексному применению высокоточных средств поражения различной дальности самолетами пятого поколения // *Военная мысль*. 2023. № 7. С. 150–158.
7. Greg Hadley. Loyal Wingman or ‘Untethered’ Drone? Why Not Both, Industry Leaders Say. July 21, 2022. URL: <https://www.airandspaceforces.com/loyal-wingman-or-untethered-drone-why-not-both-industry-leaders-say> (дата обращения: 24.09.2024).
8. Skyborg. Bringing cutting-edge autonomy capabilities to the fight at a faster pace and lower cost. URL: <https://afresearchlab.com/technology/skyborg> (дата обращения: 02.09.2024).
9. Greg Hadley. Wildly Successful’ Skyborg Will Become Program of Record but Won’t Stop Developing S&T. August 16, 2022. URL: <https://www.airandspaceforces.com/wildly-successful-skyborg-program-of-record-developing-st> (дата обращения: 24.09.2024).
10. Сайт компании Kratos. Tactical UAVs. <https://www.kratosdefense.com/systems-and-platforms/unmanned-systems/aerial/tactical-uavs> (дата обращения: 03.09.2024).
11. XQ-58A Valkyrie. URL: <https://www.kratosdefense.com/-/media/k/pdf/usd/xq-58a-valkyrie.pdf> (дата обращения: 24.09.2024).
12. MQ-20 Avenger / Predator C. URL: <https://premium.globalsecurity.org/military/systems/aircraft/mq-20.htm> (дата обращения: 24.09.2024).
13. MQ-28A Ghost Bat Unmanned Aircraft, Australia. June 22 2023. URL: <https://www.airforce-technology.com/projects/loyal-wingman-unmanned-aircraft/?cf-view> (дата обращения: 24.09.2024).
14. Ronald Watkins. General Atomics Flies Avenger Drone Using AI Aided By Using Low Earth Orbit SATCOM. The Defense Post. April 13, 2023. URL: <https://thedefensepost.com/2023/04/13/general-atomics-ai-avenger-drone> (дата обращения: 24.09.2024).
15. GA-ASI’s Avenger Leads the Way in Autonomy and AI. September 8, 2023. URL: <https://www.ga-asi.com/ga-asi-avenger-leads-the-way-in-autonomy-and-ai> (дата обращения: 24.09.2024).
16. Joseph Trevithick. ‘Affordable Mass’ Concept Driving Air Force’s New Advanced Drone Initiative. The Drive. March 10, 2023. URL: <https://www.thedrive.com/the-war-zone/affordable-mass-concept-driving-air-forces-new-advanced-drone-initiative> (дата обращения: 24.09.2024).
17. Next Generation Air Dominance Programme. July 14 2023. URL: <https://www.airforce-technology.com/projects/next-generation-air-dominance-programme-us> (дата обращения: 24.09.2024).
18. John A. Tirpak. Collaborative Combat Aircraft Will Join the Air Force Before NGAD. Air & Space Forces Magazine. March 29, 2023. URL: <https://www.airandspaceforces.com/collaborative-combat-aircraft-ngad-timeline> (дата обращения: 24.09.2024).
19. Stephen Losey. F-16s arrive at Eglin to be modified with self-flying tech. April 2, 2024. URL: <https://www.defensenews.com/air/2024/04/02/f-16s-arrive-at-eglin-to-be-modified-with-self-flying-tech> (дата обращения: 24.09.2024).

20. Jamie Hunter, Joseph Trevithick, Tyler Rogoway. General Atomics' XQ-67A Off-Board Sensing Station Drone Breaks Cover. February 7, 2024. URL: <https://www.twz.com/air/xq-67a-combat-drone-from-general-atomics-breaks-cover> (дата обращения: 24.09.2024).

21. Joseph Trevithick. XQ-67A Off-Board Sensing Station Drone Has Flown. February 29, 2024. URL: <https://www.twz.com/air/xq-67a-off-board-sensing-station-drone-has-flown> (дата обращения: 24.09.2024).

References

1. Izyumov D.B., Kondratyuk E.L., Karpenko V.I. (2024) *Nauchno-tehnicheskie problemy sozdaniya mnogoselevogo istrebitelya shestogo pokoleniya za rubezhom* [Scientific and technical problems of creating a sixth-generation multirole fighter abroad] *Innovatika i ekspertiza* [Innovation and Expert Examination]. Issue 1 (37). P. 109–123.

2. Nikolsky M. (2024) «Vernyy vedomyy». Ili uzhe «vedushchiy»? [«Loyal wingman». Or already «leader»?] *Aviatsiya i kosmonavtika* [Aviation and cosmonautics]. February 29. No. 2. P. 10–17.

3. Loyal Wingman And The Future Of The UAV. 10, December 2022. Available at: <https://www.uavnavigation.com/company/blog/loyal-wingman-and-future-uav> (date of access: 24.09.2024).

4. Terri Moon Cronk (2020) Joint Artificial Intelligence Center Has Substantially Grown To Aid The Warfighter. November 18, 2020. Available at: <https://www.defense.gov/News/News-Stories/Article/Article/2418970/joint-artificial-intelligence-center-has-substantially-grown-to-aid-the-warfigh> (date of access: 24.09.2024).

5. General Atomics website. GA-ASI Awarded Smart Sensor Contract. November 24, 2020. Available at: <https://www.ga.com/ga-asi-awarded-smart-sensor-contract> (date of access: 24.09.2024).

6. Mikhailov D.V., Safonov A.S. (2023) *Podkhody komandovaniya voenno-vozdushnykh sil SShA k kompleksnomu primeneniyu vysokotochnykh sredstv porazheniya razlichnoy dal'nosti samoletami pyatogo pokoleniya* [Approaches of the US Air Force Command to the Integrated Use of High-Precision Weapons of Various Ranges by Fifth-Generation Aircraft] *Voennaya mysl'* [Military Thought]. No. 7. P. 150–158.

7. Greg Hadley (2022) Loyal Wingman or 'Untethered' Drone? Why Not Both, Industry Leaders Say. July 21, 2022. Available at: <https://www.airandspaceforces.com/loyal-wingman-or-untethered-drone-why-not-both-industry-leaders-say> (date of access: 24.09.2024).

8. Skyborg. Bringing cutting-edge autonomy capabilities to the fight at a faster pace and lower cost. Available at: <https://afresearchlab.com/technology/skyborg> (date of access: 02.09.2024).

9. Greg Hadley (2022) Wildly Successful' Skyborg Will Become Program of Record but Won't Stop Developing S&T. August 16, 2022. Available at: <https://www.airandspaceforces.com/wildly-successful-skyborg-program-of-record-developing-st> (date of access: 24.09.2024).

10. Website «Kratos». Tactical UAVs. Available at: <https://www.kratosdefense.com/systems-and-platforms/unmanned-sys-tems/aerial/tactical-uavs> (date of access: 03.09.2024).

11. XQ-58A Valkyrie. Available at: <https://www.kratosdefense.com/-/media/k/pdf/usd/xq-58a-valkyrie.pdf> (date of access: 24.09.2024).

12. MQ-20 Avenger/Predator C. Available at: <https://premium.globalsecurity.org/military/systems/aircraft/mq-20.htm> (date of access: 24.09.2024).

13. MQ-28A Ghost Bat Unmanned Aircraft, Australia. June 22 2023. Available at: <https://www.airforce-technology.com/projects/loyal-wingman-unmanned-aircraft/?cf-view> (date of access: 24.09.2024).

14. Ronald Watkins (2023) General Atomics Flies Avenger Drone Using AI Aided By Using Low Earth Orbit SATCOM. The Defense Post. April 13, 2023. Available at: <https://thedefensepost.com/2023/04/13/general-atomics-ai-avenger-drone> (date of access: 24.09.2024).

15. GA-ASI's Avenger Leads the Way in Autonomy and AI. September 8, 2023. Available at: <https://www.ga-asi.com/ga-asi-avenger-leads-the-way-in-autonomy-and-ai> (date of access: 24.09.2024).

16. Joseph Trevithick (2023) «Affordable Mass» Concept Driving Air Force's New Advanced Drone Initiative. The Drive. March 10, 2023. Available at: <https://www.thedrive.com/the-war-zone/affordable-mass-concept-driving-air-forces-new-advanced-drone-initiative> (date of access: 24.09.2024).

17. Next Generation Air Dominance Programme. July 14 2023. Available at: <https://www.airforce-technology.com/projects/next-generation-air-dominance-programme-us> (date of access: 24.09.2024).

18. John A. Tirpak (2023) Collaborative Combat Aircraft Will Join the Air Force Before NGAD. Air & Space Forces Magazine. March 29, 2023. Available at: <https://www.airandspaceforces.com/collaborative-combat-aircraft-ngad-timeline> (date of access: 24.09.2024).

19. Stephen Losey (2024) F-16s arrive at Eglin to be modified with self-flying tech. April 2, 2024. Available at: <https://www.defensenews.com/air/2024/04/02/f-16s-arrive-at-eglin-to-be-modified-with-self-flying-tech> (date of access: 24.09.2024).

20. Jamie Hunter, Joseph Trevithick, Tyler Rogoway (2024) General Atomics' XQ-67A Off-Board Sensing Station Drone Breaks Cover. February 7, 2024. Available at: <https://www.twz.com/air/xq-67a-combat-drone-from-general-atomics-breaks-cover> (date of access: 24.09.2024).

21. Joseph Trevithick (2024) XQ-67A Off-Board Sensing Station Drone Has Flown. February 29, 2024. Available at: <https://www.twz.com/air/xq-67a-off-board-sensing-station-drone-has-flown> (date of access: 24.09.2024).