Научная статья
УДК 358.4

Интеллектуальные технологии и изменение подходов к созданию новых поколений беспилотных авиационных комплексов

Николай Николаевич Долженков, Андрей Евгеньевич Чунихин, Владимир Владимирович Воронов, Александр Иванович Бадеха

Аннотация. В условиях современного интенсивного военного конфликта применение авиации оказалось ограничено противодействием средств противовоздушной обороны. Массовое применение малоразмерных беспилотных летательных аппаратов продемонстрировало свою эффективность в ближней тактической зоне. Для решения более значимых задач необходимо создание скоростных разведывательно-ударных беспилотных летательных аппаратов, способных выполнять эти задачи автономно, в составе больших групп и во взаимодействии с пилотируемыми авиационными комплексами. Высокий уровень автономности беспилотных летательных аппаратов достигается за счет применения технологий искусственного интеллекта. Внедрение интеллектуальных систем потребует существенного изменения подходов к созданию авиационной техники, в частности, выделения разработки программного обеспечения в самостоятельный технологический процесс, параллельный созданию летательного аппарата.

Ключевые слова: беспилотный летательный аппарат; искусственный интеллект; автономность; нейросети; машинное обучение

Для цитирования: Долженков Н.Н., Чунихин А.Е., Воронов В.В., Бадеха А.И. Интеллектуальные технологии и изменение подходов к созданию новых поколений беспилотных авиационных комплексов // Вооружение и экономика. 2025. №3(73). С. 43-52.

Original article

Intelligent Technologies and Evolving Approaches to the Development of Next-Generation Unmanned Aerial Systems

Nikolai N. Dolzhenkov, Andrei E. Chunikhin, Vladimir V. Voronov, Aleksandr I. Badekha

Abstract. In current intense military conflict, air operations are found to be limited by the counteraction of air defense systems. The wide use of small-sized unmanned aerial vehicles has demonstrated its effectiveness in the near tactical zone. To solve more significant tasks, it is necessary to create high-speed reconnaissance and attack unmanned aerial vehicles capable to perform these tasks autonomously, as part of large groups and in cooperation with manned aviation complexes. The high level of unmanned aerial vehicles autonomy is achieved by means of artificial intelligence technologies. The introduction of intelligent systems will require a significant change in approaches to the aviation technology development, in particular, the allocation of software development into an independent technological process parallel to an aircraft creation.

Keywords: unmanned aerial vehicle; artificial intelligence; autonomy; neural networks; machine learning

For citation: Dolzhenkov N.N., Chunikhin A.E., Voronov V.V., Badekha A.I. Intelligent Technologies and Evolving Approaches to the Development of Next-Generation Unmanned Aerial Systems. Vooruzhenie i ekonomika = Armament and Economics. 2025; 73(3): 43-52. (In Russ.).

Введение

Анализ применения оперативно-тактической авиации (ОТА) в военных действиях высокой интенсивности приводит к двум противоречивым на первый взгляд выводам: возможности ОТА оказались существенно ограничены противодействием средств ПВО как объектовых, так и зональных. С другой стороны, выяснилось, что та же ПВО, ставшая преградой для ОТА, не в состоянии обеспечить сплошного прикрытия угрожаемой зоны от ударных дронов проникающих на большую глубину за линию боевого соприкосновения, и количество наземных целей, доступных для таких беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) сильно превосходит возможности средств ПВО [1]. Массированное применение дешевых беспилотных средств обеспечивает нанесение ими существенного ущерба, превосходящего ценность применяемых средств доставки и поражения.

Однако летно-технические характеристики (ЛТХ) малоразмерных БПЛА и барражирующих боеприпасов не позволяют им решать задачи оперативно-тактической глубины, возложенные на ОТА: нарушение коммуникаций противника, вывод из строя объектов критической

© Долженков Н.Н., Чунихин А.Е., Воронов В.В., Бадеха А.И., 2025

инфраструктуры, поражение командных центров и узлов связи, мест сосредоточения войск, техники и ресурсов противника, то есть тех задач, которые определяют боевую ситуацию на оперативном уровне. В крупномасштабной войне наибольшая часть таких важных целей будет находиться на глубине от 100 до 500 км, недоступной барражирующим боеприпасам и FPV-дронам. При этом необходима разведка объектов в оперативной глубине (включающая вскрытие ПВО), а для эффективного их поражения интервал времени между обнаружением и нанесением удара должен быть минимальным. Это же относится и к радиоэлектронному противодействию, применению ложных целей и другим обеспечивающим действиям авиации.

Анализ оперативных возможностей ОТА, ее боевого состава и опыта применения авиации в вооруженных конфликтах последнего времени показывает целесообразность наличия в системе вооружения авиации Воздушно-космических сил разведывательно-ударного комплекса с БПЛА оперативного назначения аэродромного базирования, предназначенного для решения задач разведки и поражения объектов на территории противника. Основными требованиями к БПЛА такого класса должны стать:

- относительно небольшая цена БПЛА (порядка 30% от стоимости многофункционального ударного самолета ОТА в базовом варианте);
- наличие модификаций различного целевого назначения (разведка, поражение наземных целей, прорыв ПВО, радиоэлектронное противодействие, ложные цели, противодействие авиации противника), из которых будет формироваться группа БПЛА для решения конкретных задач;
- быстрая воспроизводимость и технологичность в производстве.

Выполнение этих требований в совокупности обеспечит снижение стоимости решения всего спектра задач в 1,5-2 раза по сравнению с альтернативными средствами поражения в т.ч. крылатыми ракетами воздушного базирования, оперативно-тактическими ракетными комплексами наземного и воздушного базирования, гиперзвуковым ракетным комплексом [2].

Концепция коллаборативного боевого самолета ВВС США

Анализ сложившегося к середине 2020-х гг. положения заставил командование ВВС США существенным образом пересмотреть свои концепции развития военной авиации. В июле этого года стало известно, что объявленная несколько лет назад инициатива Next Generation Air Dominance (NGAD – превосходство в воздухе следующего поколения) будет подвергнута коренной ревизии[1]. В первую очередь это касается концепции истребителя шестого поколения, который в данной инициативе рассматривался как центральный элемент. Напомним, что ещё недавно обсуждалось мнение, что истребитель шестого поколения будет беспилотным[2]. Позже, в рамках инициативы NGAD, его видели как многофункциональный самолет с высокими показателями малозаметности, способный самостоятельно выполнять многие виды задач как разведывательных, так и ударных, и сопровождаемый реактивными БПЛА – носителями вооружения. Оценка стоимости такого самолета приводила к суммам, превышающим 300 млн долл., что в три раза выше стоимости самолета F-35, относимого к пятому поколению[3].

Однако произошедшие после 2022 года события показали, что в зоне действия интегрированной эшелонированной ПВО эффективным может быть только массированное применение средств воздушного нападения, а заявленная стоимость самолета NGAD практически исключает возможность его массового производства. Даже современные темпы выпуска

[1] Rogoway T. What Would A Far Cheaper Next Generation Air Dominance Fighter Actually Look Like? // The War Zone. 2024. Sep.24. URL: https://www.twz.com/air/what-would-a-far-cheaper-next-generation-air-dominance-fighter-actually-look-like

[2] Пономарев А. Истребитель шестого поколения будет беспилотным // TechInsider. 2019. 24 сентября. URL: https://www.techinsider.ru/weapon/news-508732-istrebitel-shestogo-pokoleniya-budet-bespilotnym

[3] Atlamazoglou S. Inside the Air Force's $300 Million (Per Plane) NGAD Stealth Fighter Program // The National Interest. 2024. Jul.2. URL: https://nationalinterest.org/blog/buzz/inside-air-forces-300-million-plane-ngad-stealth-fighter-program-211710

F-35, по оценкам американских аналитиков, не покроют потери в случае вооруженного конфликта высокой интенсивности, а сложность самолета шестого поколения в сочетании с бюджетными ограничениями сделает его эксклюзивным активом, который вряд ли будет в состоянии решить главную задачу: обеспечить господство в воздухе на таких пространственно обширных театрах военных действий, как Азиатско-Тихоокеанский регион или Европа[4].

Таким образом, военные США поставили перед своей промышленностью задачу создать воздушное средство, способное решать комплексные задачи оперативно-тактического уровня, доступное для массового производства как с точки зрения применяемых технологий и компонентной базы, так и в рамках бюджетных ограничений.

Здесь уместно напомнить, что другой компонентой инициативы NGAD стали БПЛА сопровождения самолета шестого поколения. Интересна эволюция взглядов на роль этих беспилотных средств, отразившаяся в изменении названия программы их создания. Если на начальном этапе применялся термин Loyal Wingman («лояльный ведомый»), то после 2022 года военные США стали продвигать понятие Affordable Mass («доступная массовость»), образуемая «расходуемыми» БПЛА (attritable aircrafts), и в настоящее время программа известна под именем Collaborative Combat Aircraft (CCA) – «сотрудничающий боевой самолет». В отличие от остановленной для переосмысления инициативы NGAD, программа CCA, очевидно, не вызывает сомнений у военного заказчика США. В этом году программа CCA приобрела статус, приблизительно соответствующий включению в гособоронзаказ[5]. Финансирование программы, начиная с 2024 года, увеличивается кратно: за первые два года работы на CCA потратят больше, чем на шесть предшествующих подготовительных проектов, включая известную программу средств автономности Skyborg, за последние 10 лет. При этом абсолютные цифры планируемых бюджетных расходов с 2026 года означают только одно: переход к серийному производству в объеме (оценочно) до ста самолетов в год (рисунок 1).

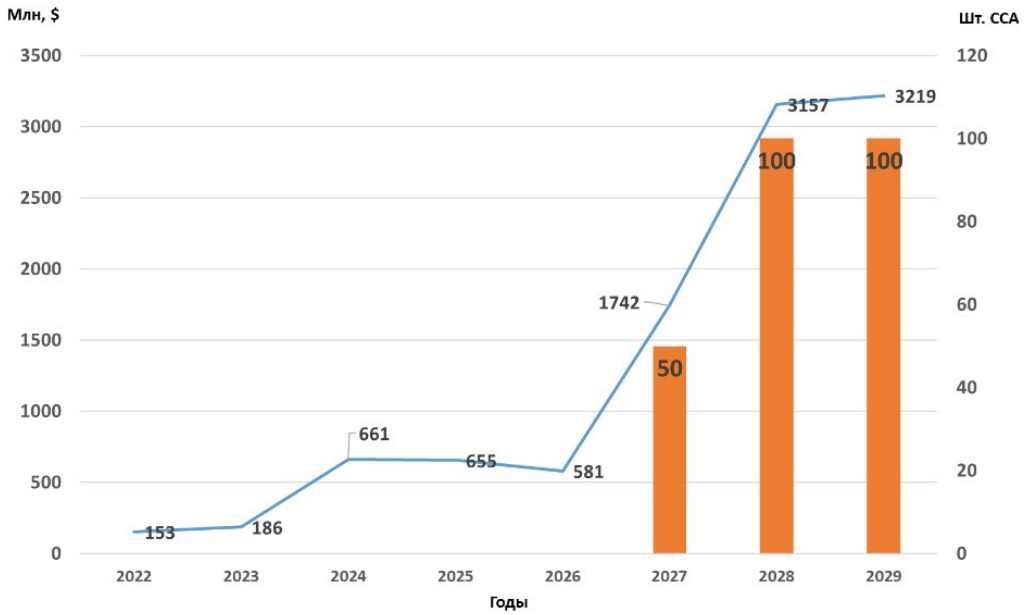

Рисунок 1 – Финансирование программ Министерства обороны США по созданию CCA[6] и оценка программы выпуска[7]

[4] Allen G., Goldston I. The Department of Defense's Collaborative Combat Aircraft Program: Good News, Bad News, and Unanswered Questions // Center for Strategic and International Studies. 2024. Aug.6. URL: https://www.csis.org/analysis/department-defenses-collaborative-combat-aircraft-program-good-news-bad-news-and

[5] *Там же*.

[6] Анализ бюджетных заявок Министерства обороны США на исследования, разработки, испытания на 2015-2029 финансовый год. URL: https://comptroller.defense.gov/Budget-Materials/

[7] Из заявленной представителями ВВС США стоимости 30 млн долл. за самолет.

Главными свойствами беспилотных самолетов ССА являются их невысокая стоимость в сравнении с пилотируемыми самолетами (до 30 млн долл. за единицу)[8] и способность к автономным действиям. Далее в этой статье мы рассмотрим, за счет чего предполагается обеспечить эти свойства, и какие выводы нам, вероятно, следует сделать с учетом реальности появления массовых БПЛА, способных решать разнообразные задачи как во взаимодействии с пилотируемыми авиационными комплексами, так и самостоятельно.

Итак, возросшая роль БПЛА на поле боя стала одной из важнейших черт трансформации современных вооружений и оказала и будет продолжать оказывать влияние на военную тактику и логистику. Трудно отрицать, что эта трансформация свершилась «явочным порядком», и поскольку не была подготовлена ни теоретически, ни материально, то обеспечивается преимущественно «из доступных средств». Отсюда – массовое применение игровых коммерческих дронов и сопутствующих технологий, таких как FPV – управление. Нельзя не признать эффективность этих решений и необходимость их тиражирования и дальнейшего теоретического осмысления, но отрицать их ограниченность как минимум недальновидно. Эта ограниченность выражается прежде всего в том, что малоразмерные дроны не заменили оперативно-тактическую авиацию, которая, как говорилось выше, подвергается высокому риску в условиях плотно насыщенной ПВО.

Целью концепции «сотрудничающих боевых самолетов» (ССА) является вывод человека-пилота из зоны интенсивного противодействия средств ПВО, обеспечивая при этом решение традиционных для ОТА задач. Как показывает опыт последних лет, массированное применение БПЛА способно преодолеть средства противодействия. Но при этом далеко не все БПЛА достигают района применения, и поэтому их приходится рассматривать как расходуемые средства – практически боеприпасы. Естественно, в отличие от FPV-дронов и барражирующих боеприпасов, «расходуемость» ССА означает неоднократное применение, но допустимость потерь для выполнения боевой задачи с приемлемой эффективностью.

Чтобы дать количественное представление о понятии «массовости», отметим, что руководство ВВС США заявляло о своем желании к 2030 году иметь от 1000 до 2000 БПЛА ССА[9]. И в этом случае помимо относительно низкой стоимости БПЛА необходимо принимать в расчет способность авиационной промышленности обеспечить темп выпуска на уровне одного самолета в день: способность, обычную для периодов Второй мировой и холодной войн, но полностью утраченную к пятому поколению реактивных истребителей.

Хотя технические требования к БПЛА ССА не опубликованы, и, вероятно, находятся в процессе непрерывного уточнения, анализ задач и конструкций самолетов, претендующих на участие в этой программе, позволяет сделать достаточно обоснованные предположения. В настоящее время известно о пяти образцах различных разработчиков, из которых четыре представлены уже летающими демонстраторами технологий (рисунок 2Рисунок 2).

Об интересе разработчиков к программе ССА говорит тот факт, что два из четырёх летающих аппаратов поднялись в воздух в этом году (XQ-67 и Model 437 Vanguard).

Анализ представленных конструкций приводит к выводу, что все самолеты (за исключением не летавшего до настоящего времени Fury) построены по одинаковым схемам: среднепланы, с крылом незначительного удлинения и небольшой стреловидности, с одним реактивным (непременно серийным!) двигателем и верхним расположением воздухозаборника, V-образным хвостовым оперением с большим развалом. Все самолеты снабжены трёхопорным убирающимся шасси. XQ-58 Valkyrie разрабатывался для катапультного старта с пороховыми ускорителями, однако в этом году разработчик объявил о намерении оснастить БПЛА убирающимся шасси, что должно упростить эксплуатацию аппарата. Опубликованные данные и оценки летно-технических характеристик (таблица 1) свидетельствуют, что разработчики не ставили задачу добиться сколько-нибудь прорывных ЛТХ, и это, очевидно, говорит в пользу преобладания требований низкой стоимости и возможности крупносерийного (массового) производства.

---

[8] Trevithick J. CCA Loyal Wingmen Drones to Cost Quarter to Third of an F-35 // The War Zone. 2023. Nov.13. URL: https://www.twz.com/cca-loyal-wingmen-drones-to-cost-quarter-to-third-of-an-f-35

[9] *Там же*.

Таблица 1 – Характеристики БПЛА класса ССА

Проект	Дата первого полёта	Взлетная масса, кг	Скорость, км/ч	Дальность полёта, км
XQ-58 Valkyrie[10]	05.03.2019	2700	880	5500
MQ-28 Ghost Bat[11]	27.02.2021	3000	650 (max 1000)	3700
XQ-67[12]	28.02.2024	н/д	900 (max 1050)	н/д
Vanguard Model 437[13]	29.08.2024	4500	980	5400

XQ-58 Valkyrie (Kratos Defense)

MQ-28 Ghost Bat (Boeing)

XQ-67 (General Atomics)

Model 437 Vanguard (Northrop Grumman)

“Fury”(Anduril Industries)

Рисунок 2 – Демонстраторы и прототипы самолетов-кандидатов на участие в программе ССА

[10] Valkyrie XQ-58A // Kratos Defense & Security Solutions. 2025. Jul.31. URL: https://www.kratosdefense.com/wp-content/uploads/2025/07/XQ-58A-Valkyrie.pdf

[11] MQ-28A Ghost Bat Unmanned Aircraft, Australia // Airforce Technology. 2023. Jun.22. URL: https://www.air-force-technology.com/projects/loyal-wingman-unmanned-aircraft

[12] General Atomics XQ-67A OBSS // Military Factory. 2024. May 5. URL: https://www.militaryfactory.com/air-craft/detail.php?aircraft_id=2593

[13] Rogoway T., Trevithick J. Everything We Just Learned About the Model 437 Vanguard Technology Demon-strator Jet // The War Zone. 2024. Aug.30. URL: https://www.twz.com/air/everything-we-just-learned-about-the-model-437-vanguard-technology-demonstrator-jet

Другим важным направлением снижения стоимости одного самолета является распределённая функциональность, выражающаяся в специализации каждого БПЛА для выполнения конкретной задачи (или нескольких задач): разведчика, постановщика помех, ложной цели, ударного, ретранслятора и, возможно, других, что существенно упрощает бортовое оборудование каждого БПЛА. При этом массовое применение обеспечивает решение боевой задачи за счет распределения функций между самолетами в группе.

Какие еще технологические особенности, ведущие к снижению стоимости, отличают БПЛА программы ССА? Максимальное применение серийных или заимствованных из других изделий комплектующих, не требующих разработки, а допускающих минимальную адаптацию. Если вспомнить, что БПЛА ССА относятся к новому классу условно-расходуемых средств (т.н. attritable), то рациональным выглядит применение комплектующих с ограниченным сроком службы. Такими комплектующими могут быть компоненты т.н. коммерческого уровня, массово использующиеся в продукции потребительского рынка. По этой же причине целесообразно применять компромиссные технические решения, обеспечивающие ресурс самолета на уровне 100-300 ч или нескольких (десятков) вылетов.

Интенсификация разработок в области автономности и технологий искусственного интеллекта

Как отмечалось, важнейшим свойством «сотрудничающих» БПЛА является их способность к автономным действиям. Уровни автономности и обеспечивающие технологии подробно обсуждаются в других работах авторов[14]. Под автономностью понимается способность технической системы вырабатывать целенаправленное поведение, то есть выполнять задачу без пошаговых инструкций, предусмотренных программой. Ключевым инструментом, обеспечивающим повышение автономности беспилотных комплексов, являются технологии искусственного интеллекта (ИИ), основанные на данных (например, искусственные нейросети) и на знаниях (логический ИИ). Основные направления интеллектуализации авиационных комплексов изложены в [4].

В рамках данной статьи существенным является, что применение интеллектуальных систем в БПЛА повлечет пересмотр целого ряда подходов к разработке и эксплуатации авиационной техники.

В части аппаратных средств реализация СИИ потребует значительного увеличения вычислительных ресурсов на борту летательного аппарата и, возможно, новую архитектуру бортового радиоэлектронного оборудования, обеспечивающую обработку данных в темпе их поступления от бортовых сенсоров, хранение и распределение информации, анализ и выработку решения.

Далее, природа ИИ, подразумевающая обучаемость СИИ в процессе функционирования, заставляет рассматривать процесс обучения бортовой нейросети как элемент технической поддержки, осуществляемой регулярно в течение жизненного цикла изделия. Это потребует создания инфраструктуры, обеспечивающей помимо решения прямых задач защиту от преднамеренного вмешательства. Функционирование этой инфраструктуры поддерживается персоналом, квалификация которого будет существенно отличаться от навыков инженеров и техников по авиационному оборудованию.

Последнее замечание подводит к обсуждению очень важного, на наш взгляд, тезиса: технологии ИИ носят фундаментальный характер, настолько же фундаментальный, как аэродинамика, тепло- и электротехника и ряд других направлений науки. Применительно к обсуждаемой тематике создания нового поколения беспилотных комплексов, это означает, что технологии автономности БПЛА и решаемые в процессе их реализации задачи распознавания (объектов, ситуаций), индивидуального и группового управления,

[14] *См.*: Долженков Н.Н., Воронов В.В. Современные тренды развития беспилотных комплексов: запрос на интеллектуальные технологии // Полет. 2022. №11-12. С. 3-13; Долженков Н.Н., Воронов В.В. Интеллектуальные беспилотные системы: технологии и проблемы развития // Полет. 2023. №3. С. 45-53; *см*. также [3].

взаимодействия, маневрирования ресурсами, технической диагностики имеют решения для других областей применения, и эти решения могут быть заимствованы и адаптированы. Такой подход использует военное ведомство США в программе ССА: алгоритмические и программные задачи отделяются от разработки летательного аппарата-платформы. Это позволит, по мнению представителей ВВС США, совместить лучшие решения по конструкции БПЛА с лучшими решениями по программному обеспечению и предоставить решение этих задач различным разработчикам по различным контрактам[15]. Другое преимущество такого подхода состоит в том, что обеспечивается поэтапное наращивание функциональности по мере развития и «взросления» программных решений и аппаратных средств, на которых они реализуются. Как было показано в [3], одни только авиационные технологии в настоящий период не позволяют получить прорывных характеристик, и новое качество авиационной техники может быть обретено в направлении повышения автономности и применения технологий ИИ. Вероятно, что эти или подобные соображения приняты во внимание и в программе ССА, в ходе реализации которой планируется: а) создать базовую беспилотную летающую платформу с отнюдь невыдающимися летно-техническими характеристиками (таблица 1), б) наращивать функциональность системы за счет последовательного развития аппаратно-программных средств, сенсоров, вычислительных возможностей, повышающих автономность БПЛА ССА.

Радикальная трансформация процессов разработки и производства

Таким образом, параллельно с процессом создания летательного аппарата происходят процессы разработки, тестирования, валидации, модернизации и обновления программного обеспечения. Первая группа процессов завершается испытаниями на определение соответствия характеристик летательного аппарата, созданного с применением актуальных авиационных технологий, темпы развития которых в настоящее время существенно снизились. Но вторая группа процессов – создание программного обеспечения (ПО) – опирается на динамично развивающиеся методы ИИ, изменяющиеся базы данных и знаний и поддерживается растущей производительностью проблемно-ориентированного аппаратного обеспечения и вычислительных архитектур, специализированных на выполнение параллельных вычислений. Возникает фундаментальное противоречие между консервативной практикой создания авиационной техники и потребностью её интеллектуализации, которая состоит не только в модернизации вслед за развитием технологий (сенсорных, вычислительных, алгоритмических), но и дообучении уже внедрённых систем ИИ в процессе их эксплуатации по актуализированным базам данных и базам знаний.

На необходимость совершенствования порядка создания особо сложных образцов авиационной техники военного назначения, к которым, конечно, относятся интеллектуальные беспилотные системы, указывается в [5]. В статье справедливо отмечено, что «в настоящее время применяется порядок создания авиационной техники (АТ) военного назначения…, сложившийся в первой половине XX в. в условиях создания достаточно простой АТ первых поколений». В условиях существенного усложнения техники сроки разработки иногда превышают 10 лет, и с конвейера выходят образцы, построенные по техническим заданиям десятилетней давности с применением устаревших технологий и морально устаревших комплектующих, а иногда и предназначенные для задач, утративших актуальность.

Выделение разработки ПО и в целом «интеллектуальной составляющей» в отдельный процесс (как технологический, так и бюджетный) позволит снять указанное противоречие. При этом разработка и модернизация ПО и соответствующей аппаратной части должны стать непрерывной составляющей жизненного цикла. Это в свою очередь, потребует *изменения нормативной базы создания АТ* и развёртывания инфраструктуры поддержки технологий ИИ.

[15] Allen G., Goldston I. The Department of Defense's Collaborative Combat Aircraft Program… *Указ. соч.*

Инфраструктура искусственного интеллекта

Еще на ранней стадии развития и распространения ИИ-технологий сформировалось понимание ключевой роли данных. Период развития технологий ИИ, названный «зимой искусственного интеллекта» завершился с созданием сети Интернет, генерирующей по-настоящему большие данные, что вызвало взрывной рост технологий ИИ и инвестиций в исследования и разработки. Ключевое значение данных нашло отражение в афоризме: «данные – новая нефть». Это не выглядит преувеличением, если учесть, что к данным применимы такие понятия из топливно-энергетического комплекса, как добыча (сбор), хранение, переработка (подготовка, обработка), транспортировка (передача), распределение (доведение), охрана (защита).

Организация этих процессов требует развертывания специальной отраслевой инфраструктуры, превосходящей масштаб отдельного проекта (программы) создания комплекса с БПЛА. Задачи такой инфраструктуры состоят, но не ограничиваются сбором, хранением, анализом и обработкой данных, валидацией алгоритмических и программных решений, применяемых в СИИ. Исходя из специфики решаемых КБПЛА задач, целесообразно рассматривать трёхуровневую инфраструктуру обеспечения функционирования ИИ (рисунок 3).

1 уровень – организация хранения и распространения данных, подготовка датасетов, имитационное моделирование, разработка требований и протоколов;

2 уровень – непосредственное обеспечение: донастройка СИИ для решения новых задач, включая обучение НС по новым выборкам данных;

3 уровень – уровень пользователя. На этом уровне осуществляется применение СИИ и сбор данных.

Перечень основных задач 1 и 2 уровней инфраструктуры показывает, что выполнение этих задач, обеспечивающих функционирование СИИ в составе беспилотных комплексов, – процесс непрерывный, не завершающийся вместе с окончанием ОКР и переходом к серийному производству и эксплуатации. Выделение разработки программной составляющей и всех процессов, связанных с данными, обеспечит:

- вариативность продукта по отношению к задачам (распределённая функциональность на основе базовой платформы БПЛА);
- поэтапное наращивание функциональности комплекса с БПЛА;
- актуализацию СИИ в процессе эксплуатации, в т.ч. аппаратную при соответствующей архитектуре бортового радиоэлектронного оборудования (БРЭО) БПЛА;
- поддержание уровня продукта, соответствующего актуальным ИИ-технологиям и обновлению электронной компонентной базы.

Рисунок 3 – Трёхуровневая инфраструктура обеспечения функционирования ИИ

Таким образом разработка (актуализация) аппаратно-программных средств ИИ, поддерживаемая соответствующей инфраструктурой, является непрерывным процессом жизненного цикла интеллектуального комплекса с БПЛА.

Изложенные в данном разделе вопросы в значительной степени нашли отражение в проекте соответствующей комплексной целевой программы (КЦП) [6], основными целями которой заявлены:

- развитие отечественного потенциала в области технологий ИИ в интересах решения задач в сфере обороны и безопасности;
- сокращение сроков создания и снижение стоимости разработки изделий и систем ВВСТ с элементами ИИ;
- создание условий для развития отечественных технологий эффективной реализации всех стадий жизненного цикла перспективных изделий и систем ВВСТ с использованием технологий ИИ.

Скорейшее принятие КЦП ИИ и реализация ее мероприятий будут способствовать решению задач, обсуждаемых в настоящей статье в части интенсификации работ в области ИИ и развёртывания соответствующей инфраструктуры.

Заключение

Придание свойств автономности комплексам с БПЛА военного назначения стало основным направлением развития этого вида авиационной техники. БПЛА, оснащенные системами искусственного интеллекта, применяемые в группе как автономно, так и во взаимодействии с пилотируемыми средствами, способны обеспечить решение задач ОТА при интенсивном противодействии.

Создание таких комплексов потребует фундаментального изменения подходов к архитектуре, проектированию, производству, испытаниям, эксплуатации и применению комплексов с БПЛА. Разделение процессов разработки летательных аппаратов и их программно-аппаратных комплексов, обеспечивающих интеллектуальные свойства – одно из таких необходимых фундаментальных изменений. Другим важным последствием внедрения технологий ИИ является требование непрерывной поддержки аппаратной и программной компонент систем искусственного интеллекта, что в свою очередь обусловливает необходимость создания инфраструктуры такой поддержки.

Среди вопросов, не обсуждаемых в данной статье, но требующих рассмотрения на пути к автономности и интеллектуализации боевых систем:

- аппаратная реализация СИИ, в т.ч. архитектура БРЭО;
- применение имитационного моделирования, в т.ч. в процессе испытаний АТ;
- трансформация производственных процессов;
- формирование доверия пользователей к автономным системам;
- человеко-машинные интерфейсы;
- изменение подходов к логистической поддержке комплексов с БПЛА;

и ряд других.

Список источников

1. Буренок В.М. О перспективах развития вооружения, военной и специальной техники на основе опыта специальной военной операции // Вооружение и экономика. 2024. №2(68). С. 5-9.

2. Чунихин А.Е., Антропова Н.Ю. Особенности системы применения БПЛА аэродромного базирования в условиях интенсивного противодействия и ресурсных ограничений // Перспективные системы и задачи управления: материалы XIX Всерос. науч.-практ. конф. (Таранрог, 2024, 01 апреля). Таранрог: ДиректСайнс, 2024. С. 194-199.

3. Долженков Н.Н., Воронов В.В., Чанушкин С.А. Особенности интеграции интеллектуальных систем на борт летательных аппаратов // Труды Академии наук авиации и воздухоплавания. 2024. №1. С. 29-38.

4. Дутов А.В., Кутахов В.П., Попов А.П. Интеллектуализация авиационных систем. Программное развитие технологий интеллектуализации в интересах создания авиационной техники следующего поколения // Техника воздушного флота. 2024. №1. С. 3-10.

5. Горчица Г.И., Никитин Н.Ф., Слюсарь Ю.Б., Степанов В.Д. Проблема разработки перспективных особо сложных образцов авиационной техники военного назначения и совершенствования порядка их создания // Полет. 2022. №3. С. 43-50.

6. Желтов С.Ю., Визильтер Ю.В., Хохлов С.В. Современное состояние и перспективы развития технологий искусственного интеллекта при разработке перспективных систем вооружения, военной и специальной техники // Труды ГосНИИАС. Вопросы авионики. 2023. №1(60). С. 3-12.

Информация об авторах

Н.Н. Долженков – доктор технических наук.
А.Е. Чунихин – кандидат военных наук, доцент.
В.В. Воронов – кандидат технических наук, SPIN код автора 6716-8016.
А.И. Бадеха – SPIN код автора 3877-0772.