

ӘСКЕРИ ІС
MILITARY SCIENCE
ВОЕННОЕ ДЕЛО

УДК 656.7

DOI 10.52167/1609-1817-2023-125-2-492-503

С.П. Мосов¹, С.М. Салий², С.И. Крохмаль², А.С. Мартикьян²

¹Институт государственного управления и научных исследований по гражданской защите,
Киев, Украина

²Пограничная академия Комитета национальной безопасности РК, Алматы, Казахстан
E-mail: salii70@mail.ru

ОСОБЕННОСТИ РАЗВИТИЯ БЕСПИЛОТНОЙ АВИАЦИИ ЧЕРЕЗ ПРИЗМУ
НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОГО ПРОГРЕССА

Аннотация. В статье приведены результаты исследования особенностей развития беспилотной авиации через призму мирового научно-технического прогресса. Акцентируется внимание на том, что беспилотники начали активно использоваться на определенном этапе развития науки и техники и объединили самые современные достижения различных отраслей наук и новейшие технологии. При этом развитие двигателей на реактивной тяге, создание систем дистанционного и автоматического управления обусловили перспективность развития и использования беспилотной авиации. Появление новой элементной базы, развитие оптико-электронной и электронно-вычислительной техники обеспечили создание малогабаритных, прочных и надежных, экономичных и энергоемких систем, составлявших основу беспилотных летательных аппаратов. Показано, что разработка новой разведывательной аппаратуры, изобретение цифрового способа регистрации информации, создание радиолиний для передачи данных в масштабе реального времени, изобретение способов сжатия данных и изображений, обеспечение информационной безопасности способствовали увеличению возможностей беспилотной авиации и обеспечили ее дальнейшее развитие, а также приоритетное применение по сравнению с пилотируемой авиацией. Данная статья подготовлена в рамках исследования, финансируемого Комитетом науки Министерства науки и высшего образования Республики Казахстан (Грант № AP14869765).

Ключевые слова. Беспилотная авиация, научно-технический прогресс, беспилотный летательный аппарат, дистанционное управление, бортовая аппаратура.

Введение.

Несмотря на то, что история развития и использования беспилотных летательных аппаратов (далее – БПЛА) началась в начале XX ст, практически до конца Второй мировой войны они так и не получили широко распространения. Причиной этому, по мнению экспертов, стало существующее на то время состояние науки и техники, которое не позволяло создавать небольшие, надежные и дешевые системы автоматического и дистанционного управления, специальную бортовую аппаратуру для поиска, обнаружения и распознавания наземных объектов, передачи и документирования разведанных [1]. Только при достижении определенного критического уровня прогресса в науке и технике идея создания и использования БПЛА получила необходимый дополнительный импульс.

Постановка проблемы. Исследование развития беспилотной авиации и ее особенностей в мировом масштабе осуществлялось в основном в ракурсе направлений и опыта ее применения. Вначале исследовались возможности и опыт боевого применения БПЛА военного назначения [1-5]. С увеличением доли беспилотной авиации на поле боя, созданием тактических, оперативно-тактических и оперативно-стратегических БПЛА

исследовался не только боевой опыт, а и факторы, влиявшие на создание и применение беспилотной авиации [6, 7]. Беспилотные технологии со временем нашли свое применение в разных областях гражданского сектора, что привело к ряду исследований возможностей БПЛА для решения задач разного функционального назначения в разных сферах хозяйственной деятельности [8-10].

Вместе с тем, исследование особенностей развития беспилотной авиации с позиции достижений научно-технического прогресса (далее – НТП) в области аэродинамики полетов, авиастроения, электроники, композиционных материалов, автоматизации и автоматики, а также иных направлений, имеет монохарактер и не систематизировано, что ограничивает возможности исследований развития беспилотных технологий на системной основе в плоскости достижений НТП и обуславливает проблему многопредметного исследования особенностей развития беспилотной авиации через призму мирового научно-технического прогресса на системной основе.

Анализ последних достижений и публикаций. Исследованиям развития беспилотной авиации в разных плоскостях ее применения с акцентированием внимания на некоторые достижения НТП уделялось и уделяется внимание со стороны ученых и специалистов в области беспилотных технологий.

Так, в [1] акцентируется внимание на исторических вехах и причинах возникновения и развития беспилотной авиации в мире, анализируется опыт боевого применения БПЛА в военных конфликтах разной интенсивности в конце XX – начале XXI ст. Историография опыта использования БПЛА в вооруженных конфликтах также нашла свое отражение в [5]. Сферы и примеры применения беспилотной авиации для выполнения функциональных задач за разными направлениями нашли свое отражение в [6]. Факторы разного характера (исторические, экономические, политические, технологические), влияющие на использование и развитие беспилотных летательных аппаратов, исследованы в [7]. Результаты исследований по прикладным направлениям применения БПЛА отражены работах [8-12].

Приведенные выше литературные источники подтверждают актуальность проведения исследования с позиции особенностей развития беспилотной авиации через призму мирового научно-технического прогресса на системной основе.

Цель статьи. Определить на системной основе особенности развития беспилотной авиации через призму мирового научно-технического прогресса.

Материалы и методы.

Медленное развитие и использование беспилотной авиации в период двух мировых войн XX ст. было обусловлено характерными для этого периода приоритетами в развитии пилотируемой авиации. Как следствие, практически до второй половины XX ст. пилотируемая авиация вбирала в себя все современные на то время достижения науки и техники и развивалась довольно динамично, в отличие от беспилотной. Наглядным примером этого является разработка боевой авиации в СССР. Новейшие достижения НТП в области аэродинамики, авиадвигателестроения, электроники, автоматизации и иных отраслей промышленности в 1970-х – 1980-х годах XX ст. были воплощены при создании самых современных самолетов МиГ-29 и Су-27, которые и через десятки лет остаются одними из лучших в мире. В то же время, беспилотные самолеты-разведчики ВР-2 «Стриж» (Ту-141) и ВР-3 «Рейс» (Ту-143), созданные в период 1960-х годов, длительное время оставались основной беспилотной составляющей вооруженных сил СССР [1].

Вместе с тем, исторически так сложилось, что само присутствие пилотируемых летательных аппаратов постоянно стимулировало стремление человека к созданию их беспилотных аналогов. Одним из первых примеров реализации достижений НТП, создавшего основу для дальнейшего развития и использования БПЛА, стало серийное

появление автоматически управляемых снарядов и ракет. Наиболее известными из них были самолет-снаряд ФАУ-1 и баллистическая ракета ФАУ-2, которыми фашистская Германия во время Второй мировой войны наносила удары по Британским островам [13]. Таким образом, разработки в области беспилотной авиации значительно активизировались с появлением реактивного двигателя.

Результаты и обсуждение.

Использование в начале 1980-х годов современных реактивных двигателей позволило увеличить дальность и скорость полета беспилотной авиации, а также получить БПЛА с летно-техническими возможностями боевых самолетов. В то же время пилотируемая авиация по состоянию на тот же период уже имела на вооружении самолеты четвертого поколения, оснащенные современными системами управления и иным оборудованием, большинство из которого могло бы эффективно использоваться на БПЛА. Причиной этому была мысль, очень прочно засевшая в сознании военных о том, что беспилотные комплексы могут быть только дополнительными к боевой авиации. Это подтверждается приведенным выше примером с БПЛА ВР-2 «Стриж» и ВР-3 «Рейс». Следовательно, основу авиации 80-х годов XX ст. составляли пилотируемые самолеты, быстрое развитие которых обеспечивали достижения НТП.

Однако, такое упрощенное понимание эволюционных процессов привело к перекосу в подходах к нарастающим проблемам в пилотируемой авиации и снижению влияния технических систем с «искусственным интеллектом» на стратегию и тактику ведения современной войны. Особенно остро эти проблемы проявились в экстремальных условиях, когда человек выполнял функцию управления на грани своих физиологических возможностей. Результатом стало замедление прироста показателей эффективности пилотируемой авиации, несмотря на наращивание усилий по их технологическому усовершенствованию. Как следствие, к концу XX ст. развитие НТП не привело к значительному повышению эффективности пилотируемых летательных аппаратов и снижению уровня их аварийности [14].

Выходом из этой ситуации стал переход к использованию систем, в которых негативное влияние человеческого фактора, как слабого звена, было сведено к минимуму. В авиации все достижения НТП, нашедшие реализацию в пилотируемых летательных аппаратах, а также те, которые вновь появлялись, переносились на БПЛА. Этим шагом было положено начало поступательного развития беспилотной авиации в целом, что способствовало ее более активному использованию.

Наиболее важные подсистемы БПЛА, в которых нашли свое отражение новые достижения НТП, что, в конечном итоге, привело к эволюции беспилотной авиации, разделены на несколько групп: бортовое радиоэлектронное оборудование, системы автоматического и дистанционного управления; бортовое разведывательное оборудование и линии передачи данных; планер, а также силовая установка.

Совершенно очевидно, что основной задачей при выведении человека из контура «человек-самолет» было создание соответствующего оборудования для управления полетом самолета при отсутствии пилота на его борту, что стало возможным только после ряда открытий и, в первую очередь, создания новой элементной базы.

Так, в бортовой радиоэлектронной аппаратуре начали использовать полупроводниковые активные элементы (диоды, транзисторы и т. д.), заменившие электронно-вакуумные приборы (электронные лампы). Это открытие науки значительно улучшило ситуацию относительно энергетических, массогабаритных и ценностных характеристик аппаратуры и оборудования, устанавливаемой на БПЛА. Электронно-вакуумные устройства имели ряд характерных особенностей, ограничивающих их использование в радиоэлектронном оборудовании, в целом, и в бортовом

радиоэлектронном оборудовании беспилотников, в частности. Это такие особенности, как: недостаточная устойчивость к механическим нагрузкам; низкая устойчивость к вибрациям; значительное энергопотребление; большое количество тепла, выделяемого во время работы; значительные габариты, через что возникали соответствующие сложности при использовании аппаратуры на их основе на БПЛА; низкая надежность систем, созданных на их основе из-за большого количества элементов и соединений; высокая стоимость электронных ламп как из-за сложности и трудоемкости их производства, так и через использование в элементах конструкции относительно большого количества драгоценных металлов [7].

Примером того, насколько сложно было в 1950-х годах создавать радиоэлектронную оборудования на этой элементной базе, может служить средний бомбардировщик ВВС США В-58. Если выразить стоимость этого самолета в соотношении к золоту, то масса этих золотых слитков была бы сравнима с массой самого бомбардировщика [15]. Кроме того, чрезмерно большая масса радиоэлектронного оборудования ограничивала боевую нагрузку самолетов.

Создание в начале 1960-х годов в США во время проведения научных исследований по программе полета за Месяц первой в мире интегральной микросхемы и дифференциального усилителя открыло новый этап в развитии элементной базы радиоэлектронной аппаратуры. Быстрый прогресс микроэлектроники позволил в исторически короткое время создать надежные, экономические и малогабаритные радиоэлектронные, а также, что чрезвычайно важно, электронно-вычислительные системы, позволяющие решать задачи автоматического управления полетом, поиска, обнаружения, распознавания целей, наведения в любое время суток и метеоусловий. Американское открытие способствовало тому, что именно США стали одним из первопроходцев в сфере беспилотной авиации. Первоначально американскими конструкторами были созданы относительно примитивные БПЛА Firebee Model 124I, а за ними – уже более совершенные БПЛА MQM-74A, сформировавшие основу не только американской, но и, в будущем, израильской беспилотной авиации [16].

Новая элементная база открыла, в свою очередь, новые возможности для развития радиолокации, дистанционного управления, оптико-электронной и телевизионной техники. На основе информационных датчиков различной физической природы и бортовых ЭВМ со значительным объемом памяти и высокою производительностью были созданы системы автоматического управления и навигационные комплексы, что позволило работать в новых режимах на основе сложных математических алгоритмов. Стала возможной, в частности, реализация в радиолокационных комплексах режима цифрового синтеза апертуры антенны. Именно это позволило получать такое радиолокационное изображение, которое по его пространственному разрешению не уступало фотографическому изображению.

Значительно расширило возможности радиолокационных систем обнаружения использование антенн с фазовыми антенными решетками. Они позволили обеспечить одновременное обнаружение и сопровождение нескольких наземных объектов, отличались высокими энергетическими характеристиками, скоростью осмотра и стойкостью автоматического сопровождения (за счет использования электронного сканирования вместо механического, как у зеркальных антенн). Разработка и применение методов многопозиционной радиолокации повысило точность выявления координат наземных объектов. Использование радиолокационных станций (далее – РЛС) с синтезированной апертурой на БПЛА позволило расширить зону поиска, увеличить дальность обнаружения целей и обеспечить выполнение боевых задач в любое время суток и в любых метеорологических условиях.

Значительный импульс в развитии бортовых РЛС был получен при создании интегральных микросхем на основе арсенида галлия (AsGa) [17], работающих в диапазоне надвысоких частот. Основными преимуществами РЛС на таких микросхемах стала широкая полоса частот, улучшена псевдослучайная перестройка рабочей частоты, многофункциональность, безинерционное слежение за несколькими целями, высокая надежность.

Развитие лазерной и телевизионной техники способствовало появлению новых систем воздушной разведки, что, в свою очередь, создало реальные возможности для выявления малоразмерных и замаскированных наземных объектов (целей). Объединение информационных датчиков различной физической природы и ЭВМ в единый комплекс позволило значительно повысить результативность ведения разведки. Так, например, в СССР в свое время этот принцип нашел свою реализацию в БпЛА ВР-3 «Рейс» и ВР-2 «Стриж».

Важным фактором, содействовавшим значительному расширению боевых возможностей БпЛА, стало освоение космического пространства. Создание глобальных систем космической разведки, связи и навигации позволило совершать автоматический полет, обнаружение целей, точное определение их координат и быструю передачу информации на наземные или воздушные пункты управления [18].

Достижения, полученные в результате исследований аэродинамики полета на дозвуковых и сверхзвуковых скоростях, позволили осуществить полет БпЛА на малых высотах, а увеличение возможностей ЭВМ сделали реальными сложные траектории полета, осуществление противозенитных маневров с высокими значениями перегрузок, что усложняло их перехват комплексами противовоздушной обороны и повышало возможности скрытности боевого применения.

Наиболее успешным периодом воплощения достижений НТП в развитие беспилотной авиации стали 1970-1980-е годы XX ст., когда СССР была создана многофункциональная система автоматического управления для первого беспилотного орбитального корабля «Буран», успешно выполнившего полет 15.11.1988 г. Представлялось, что это невероятное достижение, позволившее впервые выполнить сложный космический полет в автоматическом режиме, позволит преодолеть застой в сфере беспилотной авиации, однако этого не произошло. По крайней мере, в двух супердержавках – США и СССР, поглощенных гонкой вооружений, в первую очередь ядерных, и конкуренцией по завоеванию космического пространства, на тот период места для БпЛА практически не оставалось.

Как следствие отсутствия принципиально новых разработок в области беспилотной авиации в указанный период, центр эффективного влияния НТП на развитие беспилотной авиации переместился из Америки и Европы на Ближний Восток, где практически непрерывные региональные вооруженные конфликты активизировали науку и военную промышленность Израиля. Сначала это привело к необходимости разрабатывать и использовать собственные воздушные мишени и беспилотные самолеты-разведчики, а в дальнейшем – выйти со своими разработками на мировой рынок и начать международную кооперацию, в первую очередь из США. И уже в 1991 г. во время войны в Персидском заливе израильско-американский беспилотный комплекс Pioneer составил основу группировки БпЛА войск коалиции [19].

С этого времени начался новый период влияния НТП на развитие БпЛА, что связано с переосмыслением их места и роли в общей системе боевого применения. Указанный период совпал с новыми достижениями науки и техники, которые вместе с постепенным изменением приоритетов в авиации способствовали началу бурного развития и интенсивного применения БпЛА.

В период 1990-2000 гг. в авиастроении США и Европы произошел резкий скачок в развитии – качественный технологический переворот, связанный с переходом от металлических к композитным материалам. Этот скачок можно сравнить с переходом от деревянного к металлическому самолетостроению [7].

Благодаря сочетанию нескольких компонентов были получены материалы, обладающие свойствами, которые не были присущи этим компонентам по отдельности. Полимерные композитные материалы, которые, по сравнению с традиционными конструкционными материалами, имеют уникальные физические, химические и механические свойства, а также способность к направленному их изменению в соответствии с назначением конструкции, начали вытеснять из авиастроения сталь и алюминий.

Применение композитных материалов в БПЛА позволило не только значительно уменьшить его вес, но и разработать, в частности для БПЛА Predator, винт с переменным шагом, что улучшило характеристики двигателя при работе на всех высотах. До применения композитных материалов для каждой высоты были определены оптимальная скорость и шаг винта, что при быстрой смене высоты увеличивало расход топлива и сокращало продолжительность полета. После использования винта с переменным шагом из композитных материалов продолжительность полета удалось увеличить до 70 ч. [16].

Кроме того, использование в конструкции БПЛА композитных материалов, благодаря их свойствам поглощения электромагнитных волн, позволило уменьшить заметность БПЛА в радиолокационном диапазоне.

В начале 1990-х годов, в результате появления композитных материалов и развития нанотехнологий, начались интенсивные разработки малогабаритных БПЛА. В свою очередь это стало возможным благодаря созданию нового поколения малогабаритной разведывательной аппаратуры. В США и Израиле были разработаны малогабаритные комплексы бортовой разведывательной аппаратуры (оптико-электронные и инфракрасные камеры, лазерные устройства), в которых высокие тактико-технические характеристики удалось совместить с небольшим объемом, весом и потребляемой мощностью. Создание малогабаритных разведывательных комплексов стало возможным на базе последних на то время технических и технологических достижений, к числу которых относятся: фотодетекторы излучений на новых материалах; фокально-плоскостные ИК-решетки увеличенных размеров с высокой пространственной разрешающей способностью; альтернативные способы считывания информации; новые методы компоновки; усовершенствованные стабилизационные подвесы и приводы; значительно более эффективные способы обработки сигналов и т.д.

В качестве разведывательных средств начали использоваться современные тепловизионные камеры со стандартными линейными детекторными решетками размером 480x4 элементов на основе теллурида кадмия и ртути, работавшие в средневолновой части спектра. Со временем удалось увеличить размеры сканирующих решеток до 640x512 пикселей в изображении и увеличить количество приемных элементов, что позволило, в свою очередь, увеличить возможности тепловизоров. Не менее важная характеристика детекторов кадмий-ртуть-теллур – существенное уменьшение массы охлаждающего устройства тепловизора. Уменьшение веса устройства охлаждения позволило вдвое уменьшить вес тепловизора, а также на 40% увеличить продолжительность работы его аккумуляторных батарей, что очень существенно для бортовой аппаратуры БПЛА [7].

Следующими шагом в развитии тепловизоров стала разработка длиннофокусных неохлаждаемых детекторов на квантовой яме QWIP (Quantum-Well Infrared Photodetector), работающих в диапазоне 8,0-9,2 мкм [20]. Такие системы функционировали без специальных устройств охлаждения, что дало возможность для дополнительного уменьшения их массогабаритных характеристик. Для БПЛА эта инновация привела к

увеличению дальности и продолжительности полета за счет уменьшения веса, а также позволила уменьшить размеры тепловизоров.

Возможность увеличения количества элементов изображения в кадре позволила в значительно большее количество раз увеличивать изображение за счет оптического и цифрового зума для изучения объектов и местности. После боевых действий в зоне Персидского залива в 1991 г. ВВС США получили новую камеру, позволявшую формировать кадр из 4 млн. (2048x2048) пикселей. В 1996 г. появилась камера с 25 млн. (5040x5040) пикселей в кадре. Современные камеры, такие как KS-146A, уже обеспечивают изображение 12000 пикселей x 32 линии и более [7].

Долгое время основным средством документирования разведывательных данных оставалась обычная фотографическая или «мокрая» фотопленка, требовавшая времени для извлечения из камеры, проявления, фиксирования и сушки перед тем, как ее можно было использовать для тематического анализа. Создание и использование в бортовой разведывательной аппаратуре видеоизображения позволило отказаться со временем от фотопленки вообще и вести дистанционную обработку данных.

Постепенный отказ от применения аэрофотоаппаратов, требующих применения фотопленки, начался в конце войны в Персидском заливе 1991 г. после появления цифровых видеокамер. За время войны вооруженные силы США и их союзники обработали около 40 млн. отснятых разведывательных фотоснимков. Процесс получения из этих снимков информации, пригодной для использования в процессе планирования боевых операций, занимал примерно сутки. За это время такие высококомобильные военные объекты, как механизированные войска, уже успевали продвинуться далеко вперед. При этом боевая обстановка оперативно изменялась, вследствие чего информация от аэрофоторазведки часто оказывалась бесполезной [19].

Установка цифровых видеокамер на БПЛА обеспечила существенные преимущества по сравнению с пленочными аэрофотоаппаратами. Цифровая обработка видеосигналов позволяла легко улучшать качество изображений и проводить их сжатие и непосредственную передачу с беспилотника потребителям на наземный приемный пункт в масштабе реального времени. Видеокамеры на приборах с зарядовой связью обеспечили чувствительность в более широкой (в 2 раза) полосе спектра электромагнитного излучения, чем пленочной аэрофотоаппараты, и выдавали больше информации об обстановке в зонах наблюдения. Указанные видеокамеры смогли функционировать в условиях дыма и тумана, а инфракрасные камеры позволили вести воздушную разведку еще и в ночной период. Дополнение радиолокационными станциями с синтезированной апертурой антенны обеспечило возможность получения изображений, практически не отличающихся от фотографий даже при наблюдении сквозь облака. Но, как показали боевые действия в Косово в 1999 г., атмосферные явления еще продолжали существенно влиять на ведение разведки и ее результаты [19].

Обязательным условием наиболее полного использования новой разведывательной аппаратуры стало наличие соответствующих линий передачи данных в масштабе реального времени. Аппаратура этих линий была создана благодаря успехам в разработке широкополосных радиолиний, технике сжатия сигналов данных и изображений, наземных станций обработки и хранения разведывательных данных и способов обеспечения информационной безопасности. В то же время, с ростом производительности бортовых процессоров, с помощью которых обработка видеoinформации осуществлялась на борту разведывательного БПЛА, а на наземную станцию передавались только полученные результаты, начали возникать трудности, связанные с пропускной способностью используемых для этого радиолиний передачи данных. Так, по состоянию на 2004 г. наилучшей считалась радиолиния БПЛА Global Hawk со скоростью передачи данных 274 Мбит/с. В перспективе эту скорость планировалось увеличить до 548 Мбит/с [21].

Анализ возможностей по тематическому дешифрированию наземных объектов показал недостаточность одномерного изображения для гарантированной их идентификации. В результате, для увеличения возможностей по обнаружению и распознаванию объектов начали использоваться двухмерные изображения. Основной целью, которая преследовалась при этом, было получение более полной информации о сигнатурах объектов, а не только улучшение пространственной разрешающей способности. Вместе с тем получение только двухмерного изображения наблюдаемого объекта часто бывало недостаточным для его обнаружения до тех пор, пока оно не было дополнено вибрационными и поляризационными характеристиками. Для обеспечения получения трехмерных изображений объектов в масштабе реального времени в качестве дополнения к обычным РЛС, начали использоваться лазерные локаторы с селекцией по дальности (LADAR и LIDAR), обеспечивающие при этом получение трехмерных изображений вероятных целей в масштабе реального времени. Применение лазерных локаторов обеспечило значительные преимущества перед другими средствами воздушной разведки: возможность использования в условиях применения противником средств, затрудняющих наблюдение; более эффективная идентификация целей за счет высокой пространственной разрешающей способности; более точная оценка степени поражения целей.

Заключение.

Таким образом, БПЛА начали активно использоваться на определенном этапе развития науки и техники и объединили самые современные достижения различных отраслей наук и новейшие технологии. Развитие двигателей на реактивной тяге, создание систем дистанционного и автоматического управления положили начало концепции перспективности использования БПЛА. Появление новой элементной базы, развитие оптико-электронной и электронно-вычислительной техники обеспечили создание малогабаритных, прочных и надежных, экономичных и энергоемких систем, составлявших основу БПЛА. Разработка новой разведывательной аппаратуры, изобретение цифрового способа регистрации информации, создание радиолиний для передачи данных в масштабе реального времени, изобретение способов сжатия данных и изображений, обеспечение информационной безопасности способствовали увеличению возможностей БПЛА и обеспечили их дальнейшее развитие, а также приоритетное применение по сравнению с пилотируемой авиацией.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Мосов С. Беспилотная разведывательная авиация стран мира: история создания, опыт боевого применения, современное состояние, перспективы развития: монография. Киев: Изд. дом «РУМБ», 2008. - 160 с.
- [2] Современные средства тактической воздушной разведки / Иностранная печать об экономическом, научно-техническом и военном потенциале государств-участников СНГ и технических средствах их выявления. Серия: Технические средства разведывательных служб капиталистических государств // ЕИБ ВИНТИ. 1995. №7. - С.3-10.
- [3] Боевое использование разведывательных БПЛА США и других стран НАТО / Иностранная печать об экономическом, научно-техническом и военном потенциале государств-участников СНГ и технических средствах их выявления. Серия: Технические средства разведывательных служб зарубежных государств // ЕИБ ВИНТИ. 2002. №5. - С.12-15.

- [4] Development and operation of UAVs for military and civil applications: Overview / Von Karman Institute for Fluid Dynamics. 1999. - 35 p.
- [5] Фещенко А.Л. Історіографія досвіду застосування БПЛА у збройних конфліктах. *Збірник наук. праць «Труди академії»*. НАОУ, 2008. № 82. - С. 74-79.
- [6] Догерти М. Дроны: первый иллюстрированный путеводитель по БПЛА; пер. с англ. В. Бычкова, Д. Евтушенко. Москва: Изд-во «Э», 2017. - 224 с.
- [7] Безпілотна авіація у військовій справі: кол. монографія / С. П. Мосов, С. М. Салій, М. В. Погорельський, О. В. Селюков, А. Л. Фещенко; за ред. проф. С. П. Мосова. Київ: Інтерсервіс, 2019. - 324 с.
- [8] Greenwood F., Nelson E.L., Greenough P.G. Flying into the hurricane: A case study of UAV use in damage assessment during the 2017 hurricanes in Texas and Florida. URL: <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0227808>. (дата обращения 12.02.2023).
- [9] Мосов С. П., Салій С. М., Чубина Т. Д., Мухатай А. Б. Зарубежный опыт и особенности применения беспилотной авиации для предупреждения и выявления чрезвычайных ситуаций. *Вестник КазАТК*. 2021. № 2 (117). - С.151-165.
- [10] Беспилотники и дроны в медицине. URL: https://zdrav.expert/index.php/Статья:Беспилотники_и_дроны_в_медицине. (дата обращения 12.02.2023).
- [11] Classification and Application of Drones. URL: <https://cfdflowengineering.com/classification-and-application-of-drones/>. (дата обращения 12.02.2023).
- [12] Коммерческое применение БПЛА. URL: <https://russiandrone.ru/publications/kommercheskoe-primenenie-bpla/>. (дата обращения 17.02.2023).
- [13] The Terrifying German 'Revenge Weapons' Of The Second World War. URL: <https://www.iwm.org.uk/history/the-terrifying-german-revenge-weapons-of-the-second-world-war>. (дата обращения 10.03.2023).
- [14] Локальні війни та збройні конфлікти другої половини ХХ століття (історико-філософський аспект): кол. монографія /О. І. Гуржій, С. П. Мосов, В. Д. Макаров та ін. Київ: Т-во «Знання» України, 2006. - 356 с.
- [15] Convair B-58 Hustler. URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Convair_B-58_Hustler#:~:text= (дата обращения 17.03.2023).
- [16] Застосування безпілотних літальних апаратів у воєнних конфліктах сучасності / [Ю. К. Зіатдінов, М. В. Куклінський, С. П. Мосов, А. Л. Фещенко та ін.]; під ред. С. П. Мосова. Київ: Вид. дім «Києво-Могилянська академія», 2013. - 248 с.
- [17] Gallium arsenide digital integrated circuits. URL: <https://link.springer.com/article/10.1007/BF02744867>. (дата обращения 22.03.2023).
- [18] Негода О. О., Толубко В. Б., Мосов С. П., Пічугін М. Ф. Зарубіжні системи дистанційного зондування Землі з космосу подвійного призначення: монографія. Київ: НАОУ, 2005. - 272 с.
- [19] Мосов С. Аэрокосмическая разведка в современных военных конфликтах: монография. Киев: Изд. дом «РУМБ», 2008. - 248 с.
- [20] Quantum Well Infrared Photodetector Development. URL: <http://cqd.ece.northwestern.edu/research/qwip.php>. (дата обращения 25.03.2023).
- [21] Global Hawk: Vigilance for a Changing World. URL: <https://www.northropgrumman.com/what-we-do/air/global-hawk/>. (дата обращения 27.03.2023).

REFERENCES*

- [1] Mosov S. Unmanned reconnaissance aircraft of the countries of the world: history of creation, experience of combat use, current state, development prospects: monograph. Kyiv: Ed. house "RUMB", 2008. - 160 p.
- [2] Modern means of tactical aerial reconnaissance / Foreign press about the economic, scientific, technical and military potential of the CIS member states and the technical means of their detection. Series: Technical means of intelligence services of capitalist states // EIB VINITI. 1995. No. 7. - P.3-10.
- [3] Combat use of reconnaissance UAVs of the USA and other NATO countries / Foreign press about the economic, scientific, technical and military potential of the CIS member states and the technical means of their detection. Series: Technical means of intelligence services of foreign countries // EIB VINITI. 2002. No. 5. - P.12-15.
- [4] Development and operation of UAVs for military and civil applications: Overview / Von Karman Institute for Fluid Dynamics. 1999. - 35 p.
- [5] Feshchenko A.L. Historiography of the evidence of UAVs in violent conflicts. Collection of Sciences. Prats "Works of the Academy". NAOU, 2008. No. 82. - S. 74-79.
- [6] Dougherty M. Drones: The First Illustrated Guide to UAVs; per. from English. V. Bychkova, D. Evtushenko. Moscow: Publishing house "E", 2017. - 224 p.
- [7] Unmanned aircraft at the military right: col. monograph / S. P. Mosov, S. M. Salij, M. V. Pogoretsky, O. V. Selyukov, A. L. Feshchenko; for red. prof. S. P. Mosova. Kiev: Interservis, 2019. - 324 p.
- [8] Greenwood F., Nelson E.L., Greenough P.G. Flying into the hurricane: A case study of UAV use in damage assessment during the 2017 hurricanes in Texas and Florida. URL: <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0227808>. (Accessed 12.02.2023).
- [9] Mosov S. P., Salij S. M., Chubina T. D., Mukhatai A. B. Foreign experience and features of the use of unmanned aircraft for the prevention and detection of emergency situations. Vestnik KazATK. 2021. No. 2 (117). - P.151-165.
- [10] UAVs and drones in medicine. URL: https://zdrav.expert/index.php/Article:Drones_and_drones_in_medicine. (accessed 12.02.2023).
- [11] Classification and Application of Drones. URL: <https://cfdflowengineering.com/classification-and-application-of-drones/>. (accessed 12.02.2023).
- [12] Commercial use of UAVs. URL: <https://russiandrone.ru/publications/kommercheskoe-primenenie-bpla/>. (Date of access 02/17/2023).
- [13] The Terrifying German 'Revenge Weapons' Of The Second World War. URL: <https://www.iwm.org.uk/history/the-terrifying-german-revenge-weapons-of-the-second-world-war>. (accessed 03/10/2023).
- [14] Local wars and deadly conflicts of the other half of the twentieth century (historical and philosophical aspect): coll. monograph /O. I. Gurzhiy, S. P. Mosov, V. D. Makarov et al. Kiev: T-vo "Knowledge" of Ukraine, 2006. - 356 p.
- [15] Convair B-58 Hustler. URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Convair_B-58_Hustler#:~:text=:text. (Date of access 03/17/2023).
- [16] The deployment of unmanned airborne vehicles in military conflicts of the present / [Yu. K. Ziatdinov, M. V. Kuklinsky, S. P. Mosov, A. L. Feshchenko et al.]; ed. S. P. Mosova. Kiev: View. dim "Kyiv-Mohyla Academy", 2013. - 248 p.
- [17] Gallium arsenide digital integrated circuits. URL: <https://link.springer.com/article/10.1007/BF02744867>. (accessed 22.03.2023).

[18] Negoda O. O., Tolubko V. B., Mosov S. P., Pichugin M. F. Foreign systems of remote sensing of the Earth from the space of a sub-route: monograph. Kiev: NAOU, 2005. - 272 p.

[19] Mosov S. Aerospace intelligence in modern military conflicts: monograph. Kyiv: Ed. house "RUMB", 2008. - 248 p.

[20] Quantum Well Infrared Photodetector Development. URL: <http://cqd.ece.northwestern.edu/research/qwip.php> (Date of access 03/25/2023).

[21] Global Hawk: Vigilance for a Changing World. URL: <https://www.northropgrumman.com/what-we-do/air/global-hawk/>. (accessed 03/27/2023).

Сергей Мосов, э.ғ.д., профессор, Азаматтық қорғау жөніндегі мемлекеттік басқару және ғылыми зерттеулер институты, Киев, Украина, rgp_81@mail.ru

Сергей Салий, э.ғ.к., доцент, ғылыми басқарманың бастығы, ҚР ҰҚК Шекара қызметінің академиясы, Алматы, Қазақстан, rgp_81@mail.ru

Сергей Крохмаль, PhD, жоғары оқу орнынан кейінгі білім беру басқармасының бастығы, ҚР ҰҚК Шекара қызметінің академиясы, Алматы, Қазақстан, rgp_81@mail.ru

Александр Мартикьян, э.ғ.к., доцент, ҚР ҰҚК Шекара қызметінің академиясы, Алматы, Қазақстан, rgp_81@mail.ru

ҒЫЛЫМИ-ТЕХНИКАЛЫҚ ПРОГРЕСС ПРИЗМАСЫ АРҚЫЛЫ ПИЛОТСЫЗ АВИАЦИЯНЫҢ ДАМУ ЕРЕКШЕЛІКТЕРІ

Аңдатпа. Мақалада әлемдік ғылыми-техникалық прогресс объективі арқылы пилотсыз авиацияның даму ерекшеліктерін зерттеу нәтижелері келтірілген. Дрондар ғылым мен техниканың дамуының белгілі бір кезеңінде белсенді қолданыла бастағанына және әртүрлі ғылым салаларының заманауи жетістіктері мен соңғы технологияларды біріктіргеніне назар аударылады. Бұл ретте реактивті тартымдағы қозғалтқыштарды дамыту, қашықтықтан және автоматты басқару жүйелерін құру пилотсыз авиацияны дамыту және пайдалану перспективасына әкелді. Жаңа элементтік базаның пайда болуы, оптикалық-электрондық және электрондық-есептеу техникасының дамуы ұшқышсыз ұшу аппараттарының негізін құрайтын шағын көлемді, берік және сенімді, үнемді және энергияны қажет ететін жүйелердің құрылуын қамтамасыз етті. Жаңа барлау аппаратурасын әзірлеу, ақпаратты тіркеудің цифрлық әдісін ойлап табу, нақты уақыт ауқымында деректерді беру үшін радио желілерін құру, деректер мен кескіндерді қысу тәсілдерін ойлап табу, ақпараттық қауіпсіздікті қамтамасыз ету пилотсыз авиацияның мүмкіндіктерін арттыруға ықпал етті және оны одан әрі дамытуды, сондай-ақ басқарылатын авиациямен салыстырғанда басымдықты қолдануды қамтамасыз етті. Бұл мақала Қазақстан Республикасы Ғылым және жоғары білім министрлігінің Ғылым комитеті қаржыландыратын зерттеу шеңберінде дайындалды (Грант № Ap14869765).

Түйінді сөздер. Пилотсыз авиация, ғылыми-техникалық прогресс, пилотсыз ұшу аппараты, қашықтықтан басқару, борттық аппаратура.

Sergey Mosov, doctor of military sciences, professor, Institute of Public Administration and Scientific Research on Civil Protection, Kyiv, Ukraine, rgp_81@mail.ru

Sergey Saliy, candidate of military sciences, docent, head of the scientific department, Academy of the Border Service of the NSC the RK, Almaty, Kazakhstan, rgp_81@mail.ru

Sergey Crochmal, PhD, head of the department of postgraduate education, Academy of the Border Service of the NSC the RK, Almaty, Kazakhstan, rgp_81@mail.ru

Alexander Martikian, candidate of military sciences, docent, Academy of the Border Service of the NSC the RK, Almaty, Kazakhstan, rgp_81@mail.ru

FEATURES OF THE DEVELOPMENT OF UNMANNED AVIATION THROUGH THE PRISM OF SCIENTIFIC AND TECHNOLOGICAL PROGRESS

Abstract. The article presents the results of a study of the features of the development of unmanned aviation through the prism of world scientific and technological progress. Attention is focused on the fact that drones began to be actively used at a certain stage of the development of science and technology and combined the most modern achievements of various branches of science and the latest technologies. At the same time, the development of jet-powered engines, the creation of remote and automatic control systems have determined the prospects for the development and use of unmanned aircraft. The emergence of a new element base, the development of optoelectronic and electronic computing technology ensured the creation of small-sized, durable and reliable, economical and energy-intensive systems that formed the basis of unmanned aerial vehicles. It is shown that the development of new intelligence equipment, the invention of a digital method for recording information, the creation of radio lines for transmitting data in real time, the invention of methods for compressing data and images, ensuring information security contributed to an increase in the capabilities of unmanned aviation and ensured its further development, as well as priority application compared to manned aviation. This article was prepared as part of a study funded by the Science Committee of the Ministry of Science and Higher Education of the Republic of Kazakhstan (Grant No. AR14869765).

Keywords. Unmanned aviation, scientific and technological progress, unmanned aerial vehicle, remote control, on-board equipment.
