

УДК 159.9

ГРНТИ 15.81.31

## АВИАРБОТЫ В СИСТЕМАХ ОБЩЕГО И СПЕЦИАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ: ПРОБЛЕМЫ ЧЕЛОВЕЧЕСКОГО ФАКТОРА

© 2024 г. С.Ф. Сергеев\*, А.В. Хомяков\*\*

*\* Доктор психологических наук, заведующий лабораторией, ФГАОУ ВО Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, г. Санкт-Петербург, Россия.  
e mail: sergeev\_sf@spbstu.ru*

*\*\* Доктор технических наук, Генеральный директор АО Центральное конструкторское бюро аппаратостроения, г. Тула, Россия.  
e mail: cdbae@cdbae.ru*

Данная статья рассматривает актуальную народнохозяйственную проблему использования авиароботов в различных логистических и автоматизированных транспортных системах общего и специального назначения и фокусируется на важной, но часто недооцененной сфере их разработки и применения — учете человеческого фактора, объединяющего вопросы психологии труда, организационной психологии, эргономики и инженерной психологии. В статье представлены результаты обобщения теоретических и эмпирических исследований проблем внедрения в городскую среду беспилотных летательных аппаратов (БЛА) с системами искусственного интеллекта и автономизации в виде авиароботов. Авиароботы все чаще применяют в гражданском секторе коммерческими предприятиями и частными лицами. Их широкое распространение вызывает проблемы обеспечения безопасности воздушного движения, профессионального отбора и обучения, сертификации и легального использования в рамках транспортных систем по заданным маршрутам и расписаниям движения и транспортировки. Мы рассматриваем в комплексе тематические, юридические, этические и эргономические вопросы, тенденции и перспективы развития и массового применения беспилотных авиационных систем (БАС) и систем мониторинга воздушного движения в практике работы государственных ведомств, служб и транспортных систем. Выделены главные проблемы — законодательная база использования воздушного пространства и

обеспечение безопасности полетов на всех этапах эксплуатации, включение систем авиароботов в городскую и ведомственную среду и логистические системы. Необходимо создание инфраструктуры городов, обеспечивающей безопасные и эффективные взаимодействия операторов и пользователей с системами управления полетами беспилотных грузовых и транспортных средств.

*Ключевые слова:* авиаробот, БАС, БПЛА, искусственный интеллект, профессиональная деятельность, социальные эффекты автоматизации, эргономика сложных систем.

## ВВЕДЕНИЕ

Интенсивное развитие техногенной среды современной цивилизации приводит к появлению массовых робототехнических систем и устройств в виде мобильных роботов, роботизированных транспортных средств, систем логистики и хранения грузов. Особое значение в освоении техногенного ландшафта крупных городов и мегаполисов представляют беспилотные летательные аппараты различного назначения, позволяющие решать локальные транспортные задачи, перевозку грузов и пассажиров в интересах скорой помощи и медицины катастроф, системы ГО и ЧС, силовых ведомств, пожарной охраны, торговых сетей, оптовой и розничной торговли, доставки медикаментов и мелких грузов, решения задач аэрофотосъемки, контроля дорожного движения, охраны и мониторинга помещений и защищаемых территорий. Это сложные системы и их реализация требует интеграции знаний из технических, естественных и гуманитарных наук в рамках постнеклассической методологии инженерной психологии и эргономики (Сергеев, 2022).

Беспилотная авиационная система (БАС), беспилотный летательный аппарат (БПЛА) — это летательный аппарат автономно или дистанционно управляемый, используемый для перевозки грузов или пассажиров. В настоящее время одиночное применение беспилотных летательных аппаратов сменило появление специализированных автономных беспилотных комплексов в виде групповых авиационных систем, представляющих многофункциональные комплексные системы, объединяющие специализированную инфраструктуру контроля и обеспечения полетов. Такие системы можно назвать *авиароботами* реализующими автоматическое управление группами

БПЛА для решения той или иной целевой задачи. Введение в практику робототехнических авиационных систем приводит к появлению новых проблем, связанных с человеческим фактором и особенностями взаимодействия авиароботов с пилотируемыми системами.

## ИСТОРИЯ, ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ И ОСНОВНЫЕ СФЕРЫ ПРИМЕНЕНИЯ БЕСПИЛОТНЫХ АВИАЦИОННЫХ АППАРАТОВ И СИСТЕМ

В работе Г.А. Кузнецова, И.В. Кудрявцева, Е.Д. Крылова (Кузнецов, Кудрявцев, Крылов, 2018) выделены пять периодов развития отечественных беспилотных систем продолжительностью по 20 лет:

- период зарождения беспилотных авиационных систем (1920—1939 годы) и их использования в военных целях в виде управляемых самолетов-мишеней;
- создания разведывательных БЛА на базе исчерпавших ресурс самолетов (1940—1959 годы);
- развитие и производство военных и гражданских БЛА Третий (1960—1979 годы);
- технологическое усовершенствование и развитие и расширение производства БЛА (1980—1999);
- период с 2000 года и по настоящее время связан с массовым использованием БЛА, ростом номенклатуры изделий.

Основные сферы применения БЛА, связанные с военной деятельностью:

- организация управления войсками и контроля их деятельности;
- ретрансляция команд и информации;
- обеспечение связи и передачи данных;
- ведение разведки на сухопутном театре военных действий;
- морская разведка;
- изучение и оценка окружающей обстановки;

- оценка нанесенного ущерба;
- обнаружение минных полей;
- корректировка огня артиллерии;
- контроль соблюдения международных договоров;
- управление боевыми действиями;
- ведение информационной и психологической борьбы;
- электронное противоборство;
- подавление радиолокационных станций (РЛС);
- транспортировка оружия и боеприпасов;
- доставка разведывательной и специальной техники;
- цифровое картографирование;
- обследование периметров и охраняемых зон;
- обеспечение маршрутов полета боевой авиации;
- обеспечение боевых действий в отдаленных и труднодоступных районах;
- выполнение задач по уничтожению объектов инфраструктуры и живой силы

противника.

Применение БАС гражданского назначения в настоящее время связано с поиском и спасением людей в труднодоступных районах, контролем окружающей среды, аэрофотосъемкой местности, организацией связи и логистики.

БАС имеют перспективы использования в гражданских отраслях народного хозяйства в рамках отраслевых министерств:

а) Министерство по чрезвычайным ситуациям:

- медицина катастроф, доставка лекарств и медицинского оборудования пострадавшим;
- контроль зон чрезвычайных ситуаций;
- контроль лесных пожаров;
- мониторинг экологической обстановки;

- обеспечение поисковых операций;
- обеспечение связи для служб экстренного реагирования.

б) Министерство внутренних дел:

- сбор упреждающей информации;
- сбор информации в зданиях;
- специальные, антитеррористические операции;
- обеспечение законности в отдаленных и труднодоступных районах;
- наблюдение за массовыми митингами (собраниями общественности);
- контроль обстановки при возникновении беспорядков в отдаленных и

труднодоступных районах;

- охрана периметров; — контроль обстановки в колониях;
- доставка нелетальных средств поражения;
- обеспечение криминальных расследований;
- постоянное милицейское наблюдение за выделенными объектами;
- контроль безопасности дорожного движения;
- контроль сухопутных границ и миграции населения;
- контроль морских границ и миграции населения;
- наблюдение за движением морских судов;
- морской иммиграционный контроль.

в) Министерство природных ресурсов и экологии:

- государственный экологический мониторинг;
- оценка и ликвидация вреда окружающей среде;
- оценка и разведка природных ресурсов;
- гидрометеорология;
- охрана окружающей среды;
- прогноз погоды;
- изучение перемещения почвы, песков и водных ресурсов;

— мониторинг лесных ресурсов.

г) Другие министерства и ведомства:

— мониторинг посевов и хода полевых работ;

— мониторинг строительства объектов;

— инспектирование памятников старины и монументов;

— обучение персонала;

— картографирование;

— аэрофотосъемка;

— обеспечение каналами связи малых районов;

— обеспечение каналами связи больших районов и регионов;

— обеспечение каналами связи специальных служб.

Основные секторы использования БАС:

— невоенные государственные цели;

— научные исследования;

— коммерция (Кошкин, 2016).

С помощью БАС осуществляют патрулирование, поиск и спасание людей, обнаружение лесных пожаров, контроль стихийных бедствий, контроль загрязнений, наблюдение за дорожным движением, инспекцию линий электропередач и трубопроводов, геологические наблюдения, ретрансляцию сигналов и информации, аэрофотосъемку и видеосъемку (Циркуляр, 2011).

Особый класс БЛА представляют миниатюрные и малоразмерные БЛА. Например, компания “АэроВайронмент”, ведет разработку и испытания «наноразмерного беспилотного летательного аппарата» под названием Hummingbird “Колибри”. Основная цель данного проекта — создание БАС нового типа, способной решать задачи контроля и навигации внутри помещений. В настоящее время нано-БАС создаются как в Израиле («боевой робот-шершень»), так и в Великобритании

(“микромеханическое летающее насекомое” – Micromechanical Flying Insect) (Кошкин, 2016).

Доработанная версия микро-БАС BlackHornet, норвежской компании Prox Dynamics предназначенная для видеонаблюдения и разведки внутри помещений позволяет заглянуть за угол или за подозрительный объект, предусмотреть укрытия и пути продвижения по незнакомой местности.

АО “КТ - Беспилотные системы” разработало малоразмерные БЛА “Алиот”, “Мицар”, “Луман”, “Мерак” для оперативного визуального осмотра и для инструментального обследования различных объектов.

Назначение:

— мониторинг текущего состояния объектов, экологического состояния природной среды и популяций животных (птиц);

— определение степени износа, наличия дефектов и повреждений сложных технических объектов, зданий и сооружений;

— оценка объема ущерба от стихийных бедствий, а также от аварий и терактов;

— выявление нарушений периметра закрытых для доступа объектов и районов;

— мониторинг миграций животных и птиц, морских млекопитающих и рыб;

— поиск пропавших людей и животных;

— исследовательские задачи среды обитания человека.

Объекты для проведения обследования:

— здания всех видов и типов, на всех стадиях их существования;

— протяженные технические сооружения (мосты, тоннели, шахты, канализационные сети, плотины, виадуки, линии электропередач, нефтепроводы и газопроводы, путепроводы, теплосети, подъемники всех типов, фуникулеры, ВПП аэропортов, железнодорожное полотно, автомобильные дороги, пр.);

- площадные сооружения и комплексы (все виды производств, складские комплексы, электростанции, торгово-развлекательные центры, стадионы и спортивные арены, музеи, национальные парки, объекты культурного наследия и проч.);
- сооружения точечной застройки (трубы, опоры ЛЭП, мачты и вышки связи, телевизионные и осветительные вышки, ветроэлектрические турбины, пр.);
- сложные транспортные и технические объекты (корабли, суда, самолеты, стартовые столы и ракеты космического назначения, оборудование электростанций всех типов, турбины, испарители, котлы, цистерны и проч.);
- природные и сельскохозяйственные объекты (водоемы, вулканы, пещеры, расселины, лесные и горные массивы, заповедники и заказники, аграрные площадные массивы: поля сельхоз культур, виноградники, пастбища, теплицы, пр.). Можно сделать вывод, что БАА являются интенсивно-развивающимся сектором мировой и отечественной экономики и имеют тенденцию к тотальному охвату всех сфер жизнедеятельности человека.

## ОРГАНИЗАЦИОННО-ПРАВОВОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИИ БАА

Насыщение воздушного пространства множеством автоматических и дистанционно управляемых летательных аппаратов создает серьезные проблемы с обеспечением безопасности в правовой и законодательной сфере.

Для осуществления правового регулирования в рассматриваемой сфере в России приняты федеральные законы: Федеральный закон от 30 декабря 2015 г. № 462-ФЗ “О внесении изменений в Воздушный кодекс Российской Федерации в части использования беспилотных воздушных судов” и Федеральный закон от 3 июля 2016 г. № 291-ФЗ “О внесении изменений в Воздушный кодекс Российской Федерации”. В этих законах определены термины “беспилотное воздушное судно”, “пилотируемое воздушное судно” и “беспилотная авиационная система”, сформулированы основы государственного регулирования в следующих областях:

- регистрация и учет БВС;
- сертификация типовой конструкции БАС;
- выдача сертификата летной годности БАС;
- документация на борту БВС;
- подготовки авиационного персонала БАС и выдача свидетельств;
- формирование внешнего экипажа БВС, обязанности его командира;
- поиск и спасание БВС;
- авиационная безопасность при эксплуатации БАС.

Для эффективного внедрения БАС в различные отрасли гражданского сектора экономики предлагается:

- обеспечить государственную регистрацию всех БАС и пилотов в федеральном авиационном органе государственной власти;
- запретить установку на БАС гражданского назначения каких-либо систем оружия;
- ввести государственный контроль и ответственность за сбор, хранение, распространение и использование данных, полученных с помощью БАС;
- открытость применения БАС для общественного контроля;
- строгая подотчетность деятельности;
- запрет на бесосновательные проверки организаций, применяющих БАС;
- наказание за нарушение законодательства;
- при законотворчестве в области применения БАС следует исходить из того, нужны или не нужны государству полученные данные, а не из того, каким способом эти данные получены;
- применять БАС во время проведения массовых общественных мероприятий, что позволит контролировать обстановку, своевременно предотвратить беспорядки, принять меры для предотвращения террористических актов и оказать необходимую помощь (Toscano, 2013).

## ВОПРОСЫ БЕЗОПАСНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ БЕСПИЛОТНЫХ ВОЗДУШНЫХ СУДОВ В ОБЩЕМ ВОЗДУШНОМ ПРОСТРАНСТВЕ

Отсутствие на борту беспилотного воздушного судна (БВС) человека дает ряд преимуществ:

- нет риска гибели экипажа в случае авиационного происшествия;
- снижено влияние утомления экипажа на безопасность полетов, особенно при полете в автоматическом режиме;
- увеличена полезная нагрузка за счет исключения веса экипажа, оборудования и конструкции кабины;
- нет необходимости устанавливать на самолет системы жизнеобеспечения, оборудование кабины и т. п.;
- значительно улучшаются условия работы пилота: на внешнего пилота не оказывают влияния многие опасные факторы (радиация, химические вещества, радиоизлучение и т. п.), действующие на экипаж в кабине воздушного судна;
- безопасность полетов в меньшей степени зависит от ошибок человека (Шнырев, 2018).

Вместе с тем можно выделить основные угрозы, возникающие при использовании БВС:

- на земле (как правило, невысокая опасность) — нанесение вреда третьим лицам в процессе обеспечения безопасности полетов для лиц и объектов, что связано с вероятностью падения БВС на людей и имущество;
- в воздухе (повышенная опасность, особенно при полетах по Правилам визуальных полетов, ПВП), так как БВС не может автономно определить препятствие и уклониться от него;
- угрозы при незаконном вмешательстве в деятельность гражданской авиации, связанные с захватом БАС или перехватом линий управления и контроля БВС;

— угрозы, связанные с преднамеренным применением БАС, заранее приобретенных или изготовленных в незаконных целях.

Главная угроза находится в сфере обеспечения авиационной безопасности. Росавиация отмечает увеличение случаев нарушения порядка использования воздушного пространства России квадрокоптерами. В настоящее время инциденты с БПЛА насчитывают тысячи случаев.

Особую угрозу для безопасности полетов представляют случаи несанкционированного использования БПЛА частными лицами в районе аэродромов и посадочных площадок. Частные лица не владеют полной информацией о правилах использования воздушного пространства и факторах опасности, связанных с использованием БПЛА. Наряду с опасностями, которые создают частные лица ввиду их правовой неграмотности, БПЛА несут угрозу правопорядку, когда используются умышленно, например, для переправки контрабанды через границу, съемки закрытых объектов, получения личной информации, а также для терроризма. Существует угроза падения квадрокоптеров на головы граждан, их автомобили или иное имущество.

## ПРОБЛЕМЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ АВИАРБОТОВ В ВЕДОМСТВЕННЫХ СИСТЕМАХ

Ведомственные системы — МЧС, МВД, ФСБ, Росгвардия и медицина катастроф являются активными потребителями услуг, предоставляемых беспилотными летательными аппаратами. Именно здесь авиароботы проявляют свойства, снижающие экстремальность деятельности оперативного состава данных структур. Например, в состав МЧС входят: Поисково-спасательная служба МЧС России; Госакваспас МЧС России; Государственный центральный аэромобильный спасательный отряд МЧС России; Национальный центр управления в кризисных ситуациях (НЦУКС); Центры управления в кризисных ситуациях МЧС России субъектов РФ (ЦУКСы); Государственная противопожарная служба МЧС России; Войска гражданской обороны (в настоящее время реформируются в силы постоянной готовности); Государственная

инспекция по маломерным судам. Своевременное реагирование на изменения оперативной обстановки, существенно влияет на эффективность и качество выполнения служебных задач подразделениями, включенными в структуру МЧС России. Подразделения данного ведомства осуществляют в значительной мере повторяющиеся алгоритмы деятельности, что позволяет их автоматизировать в виде типовых процедур, рабочих операций и маршрутов. Это основа для функционирования авиароботов. Однако в сложной среде деятельности, которой является городская среда, системы высокой степени автоматизации (авиароботы) работают с ошибками и только контроль и коррекция со стороны человека позволяют повысить надежность и эффективность систем в целом. Применение БПЛА может быть очень эффективно. Так, например, по “оценкам специалистов, зона контроля с применением одного современного беспилотного воздушного судна (БВС) при мониторинге безопасности проведения массовых мероприятий может составлять территорию, для наблюдения за которой в обычных условиях требуется до 120 оперативных специалистов и спасателей, а также до 25 единиц автотехники” (Багажков и др. 2021, с. 53).

Специфика использования БПЛА в пожарной охране связана с условиями деятельности пожарных (Решташ, 2016), которые после прибытия на место происшествия собирают информацию о происшествии. Далее пожарные надевают средства индивидуальной защиты, что может составить значительную потерю времени. В случае с лесными пожарами опыт показывает, что профессиональное использование беспилотных летательных аппаратов ускоряет сбор важной информации по сравнению с обычной разведкой, производимой путем обхода территории (Restas, 2006).

Использование БПЛА в структуре МВД рассматривается как средство, используемое при задержании преступников, при наблюдении с воздуха за общественным порядком.

В составе Центра авиации МВД сформировано специальное подразделение по эксплуатации беспилотников для оперативного мониторинга местности или объекта.

Территориальные подразделения милиции используют сверхлегкие БЛА для дистанционного наблюдения за объектами и мониторинга наземной обстановки, в том числе при возникновении чрезвычайных ситуаций, природных и техногенных катастроф (Просветов, 2017).

Особое место занимает использование БПЛА в повседневной деятельности ГИБДД, связанной с предотвращением или расследованием ДТП и картографией местности. Например, летательный аппарат, оснащенный специальной камерой, способной распознавать номерные знаки и в режиме реального времени передает видео и фотографии высокого разрешения на основной монитор. После фиксации факта нарушения и проверки номера автомобиля, владельцу транспортного средства приходит квитанция со штрафом, как если бы нарушение было зафиксировано стационарным комплексом. Рассматриваются вопросы использования БПЛА при расследовании ДТП.

Отметим особые функции спецслужб (МИД, ФСБ и Росгвардии) по отношению к беспилотной авиации. 13 декабря 2019 года в связи с принятием Федерального закона от 2 декабря 2019 г. № 404 “О внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации” вступили в силу изменения в ряд Федеральных законов, таких как: Закон Российской Федерации “Об учреждениях и органах, исполняющих уголовные наказания в виде лишения свободы”; Федеральный закон “О государственной охране”; Федеральный закон “О федеральной службе безопасности”; Федеральный закон “О полиции” и ряд других федеральных законов. Изменения эти связаны с пресечением нахождения беспилотных воздушных судов в воздушном пространстве, в различных целях. А именно (Егоров, 2019):

— для защиты жизни, здоровья, имущества граждан, то есть пресечения действий, связанных с доставкой и применением оружия, взрывчатых веществ и взрывных устройств, например, в местах проведения массовых мероприятий, покушением на лиц, подлежащих государственной охране;

— при нарушении работы важных и особо важных объектов;

— для пресечения фактов контрабанды, передачи запрещенных предметов или веществ, например, наркотических;

— для пресечения передачи запрещенных предметов в места содержания под стражей и отбывания наказания: тюрьмы, колонии, СИЗО, ИВС и др.;

— при проведении контртеррористических операций, следственных действий, оперативно-розыскных мероприятий.

“Для борьбы с нелегальными БВС, беспилотники весом 250 граммов и более необходимо поставить на учет в Зональном центре Единой системы организации воздушного движения (ОрВД). Владелец беспилотника должен иметь так же полис страхования гражданской ответственности, что позволяет обеспечить надлежащее исполнение лицом установленных на него ограничений с возможностью компенсации причиненного вреда” (Якимова, 2018, с. 49).

В медицине катастроф беспилотники используются в экстремальных условиях в малодоступных и опасных районах для организации скорой медицинской помощи. Они могут обеспечить доставку в госпитали необходимых средств и лекарств.

## ИНЖЕНЕРНО-ПСИХОЛОГИЧЕСКИЕ И ЮРИДИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЭКСПЛУАТАЦИИ СИСТЕМ С АВИАРОБОТАМИ

При использовании авиароботов применяются дублирующие каналы ручного дистанционного управления, которые необходимы в силу многофакторности возникающих при эксплуатации проблем. Управление осуществляется посредством технологий виртуальной и дополненной реальности (Рыженков, 2020). Подготовка операторов БПЛА является важным этапом обеспечения безопасности систем с авиароботами. Она осуществляется с помощью тренажеров и других средств обучения, с помощью которых осуществляется тренировка и обучение операторов.

Соотношение времени тренировок на тренажере и на реальных БПЛА по отдельным видам тренировок достигает величин 4:1, а в отдельных случаях 9:1 и более

(Leatherland, 2011). Качество подготовки оператора определяет надежность БПЛА. Статистика катастроф БПЛА показывает, что они в основном связаны с человеческим фактором. Оператор БПЛА должен прослушать теоретический курс, включающий управление воздушным движением, принципы работы систем БЛА, ориентацию в пространстве, работу с картами и т. д. со сдачей итогового экзамена. Он должен освоить элементы управления БЛА в типовых и нештатных условиях, довести до автоматизма слаженность и точность действий. Завершив программу обучения оператор совершает полеты на реальных БЛА, сдает выпускные экзамены и получает лицензию на управление летательным аппаратом (Алешин и др., 2011).

Эффективное обучение операторов БПЛА возможно только при использовании средств профессиональной подготовки (тренажеров и имитаторов) реализованных на базе технологий виртуальной реальности, реализующих обучающие иммерсивные виртуальные среды (Сергеев, 2006, 2022).

По мнению ряда авторов к профессионально важным качествам операторов БПЛА можно отнести развитую психомоторику и координацию движений, ответственность, сдержанность, точность, инженерное логическое мышление, наблюдательность и стрессоустойчивость. Они должны обладать быстрой реакцией и способностью принимать решения в нештатных ситуациях (Караяни, Караваев, 2021). Осуществление деятельности оператора сопровождается эмоциональным напряжением, умственным утомлением. Концентрация внимания сопровождается эмоциональными переживаниями, что ведет к временному понижению устойчивости различных психических функций, координации движения и работоспособности (Иванов, Калик, 2023).

Специфической и основной психологической проблемой при управлении и использовании БПЛА является одновременная деятельность оператора в различных пространственно-разделенных средах — неподвижной среде интерфейса, где осуществляются исполнительские действия, расположенной на наземном пункте

управления и среде применения — на борту летательного аппарата, что нарушает синхронную деятельность сенсорных и исполнительных систем и механизмов психического отражения и регулирования. Оператор оказывается погруженным в разные по психологическому и физическому содержанию среды. Это ведет к его неадекватному поведению и множественным нарушениям в психической сфере (Першин, 2017). Данная проблема не может быть решена только методами профессионального обучения и подготовки. Помимо этого, требуется создание мультимодальных высокоиммерсивных сред, создающих у оператора иллюзию присутствия на борту летательного аппарата. В работе Б.Б. Величковского сделан акцент на особенностях интерфейсов БПЛА (Величковский, 2020). Показано, что при их проектировании основные проблемы концентрируются вокруг «проблем преодоления сенсорной изоляции, недостатков автоматизации, нарушения коммуникации и осознания ситуации, преодоления негативных эффектов монотонии и поддержки работы команд операторов» (Величковский, 2020, с. 37). Предлагается применение систем виртуальной реальности, искусственного интеллекта и прогностических дисплеев. Однако вопрос обеспечения синхронной деятельности психофизиологических систем и обеспечения иммерсивности среды интерфейса в данном варианте может быть решен только при отсутствии запаздывания в сигналах обратной связи. Кроме того, оператор всегда понимает, что он в реальности не рискует жизнью и его ошибки не приведут к негативным последствиям по отношению к его здоровью. Это приводит к феномену «множественных жизней», который сопровождается снижением ответственности оператора за летательный аппарат в случае экстремальных ситуаций, что ведет к его потере. Кроме того, наблюдается перенос качества управления из области эмоциональной в область принятия рациональных решений. Это приводит к отсроченному стрессу и немотивированной жестокости оператора, что может стать причиной его морально-нравственных переживаний и появлению невротических состояний и психоэмоциональных расстройств (Першин, 2017).

Внедрение технологий искусственного интеллекта и групповое управление БАС позволяет рассматривать БАС как социотехническую систему, включающую коллектив пилотов и обслуживающий персонал в симбиотическом взаимодействии с автоматическими системами управления (Сергеев, 2022). Особенностью такого класса систем является:

— множественное разнообразие элементов системы, находящиеся на границе устойчивости в условиях дезорганизации при слабой взаимной связности;

— неравновесность, ведущая к отклонениям системы от термодинамического равновесия;

— нелинейность и нестабильность связей и состояний между элементами системы ведущая к множественным вариантам ее развития, появлению новых форм при незначительных изменениях параметров.

Включение алгоритмов искусственного интеллекта в работу социотехнической системы позволяет снизить разнообразие ее финальных структур и оптимизировать возможные варианты ее симбиоза и развития в требуемых границах функционирования.

Одним из методов ограничивающих свободу деструктивных действий человека являются юридические ограничения и правила поведения человека в БАС. В юридическом плане использование любого авиаробота выполняет прямо или косвенно волю конкретного человека отвечающего за последствия его применения и выполнения даже полностью автоматических действий. В силу этого наблюдается широкое разнообразие законодательных норм и ограничений, отраженных в нормативных документах ведущих стран мира (Курченко, Труфляк, 2020). В частности, в Швейцарии автономное управление беспилотником разрешается лишь при условии, что пилот может в любое время вмешаться в его управление. В Австрии запрещено пролетать в непосредственной близости от аэропортов и над группой людей без специального разрешения. Во многих странах необходимо получение медицинской страховки, пройти теоретическое и практическое обучение с выпускными экзаменами и зарегистрировать

БПЛА. Запрещены полеты над местами скопления людей, школами, больницами, административными и военными объектами.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведенный анализ проблемы внедрения БАС и авиароботов в различные сферы народного хозяйства показывает, что на настоящем этапе развития и внедрения в практику технологий авиароботов и БАС существуют проблемы, связанные с учетом человеческого фактора на всех этапах проектирования и эксплуатации данных систем:

1. Основные проблемы внедрения и обеспечения безопасности полетов БАС связаны с несовершенством и запретительным характером существующей законодательной базы и учетом человеческого фактора в контурах управления и эксплуатации.

2. Не решены задачи внедрения БАС в городскую инфраструктуру, нет эргономических стандартов и требований по проектированию интерфейсов для бортовых и диспетчерских систем.

3. Во многих городах мира полеты над жилыми районами запрещены.

4. Отсутствие международных норм и стандартов, бюрократизация данной сферы деятельности, ведомственность тормозят развитие беспилотной авиации. Нет частной сферы пассажирских перевозок с использованием БАС.

5. Эргономика, инфраструктура и логистика городских построек не отвечают требованиям обеспечения безопасных и комфортных условия пассажирских и грузовых перевозок с помощью беспилотных систем. Необходимо продумать организацию мест посадки БАС, размещение пассажиров, обеспечение технической и организационной безопасности, регламента технического обслуживания БАС, контроля и диспетчеризации полетов.

6. Использование дублирующих режимов управления, связанных с дистанционным управлением БАС требует серьезных исследований в области создания

высокоиммерсивных мультимодальных управляющих сред и интерфейсов обеспечивающих учет психологических особенностей деятельности оператора БАС.

7. Использование авиароботов и роботизированных транспортных и ведомственных систем требует серьезных исследований в области учета человеческого фактора в рамках психологии труда, организационной и инженерной психологии и эргономики с целью создания безопасных эргатических мультиагентных, наделенных искусственным интеллектом транспортных систем, работающих в условиях социальной и техногенной среды городов.

## ЛИТЕРАТУРА

- Алешин Б.С., Суханов В.Л., Шибяев В.М.* Обеспечение безопасности полетов беспилотных авиационных систем в едином воздушном пространстве // Ученые записки ЦАГИ. 2011. № 6. С. 73–83.
- Багажков И.В., Коноваленко П.Н., Сторонкина О.Е.* Особенности управления организацией функционирования в условиях чрезвычайных ситуаций подразделений и расчетов МЧС России, имеющих на вооружении беспилотные авиационные системы // Современные наукоемкие технологии. Региональное приложение. 2021. № 1 (65). С. 52–57. DOI: 10.6060/snt.20216501.0006
- Величковский Б.Б.* Инженерно-психологические проблемы проектирования интерфейсов управления беспилотными летательными аппаратами // Национальный психологический журнал. 2020. № 1(37). С. 31–39. DOI: 10.11621/prj.2020.0103
- Егоров В.Ю., Ковалёв Д.В.* Особенности применения сотрудниками полиции огнестрельного оружия для защиты от посягательства на жизнь или здоровье граждан, или себя // Научный дайджест ВосточноСибирского института МВД России. 2019. № 3 (3). С. 66–70.
- Иванов Е.А., Калик В.В.* К вопросу о физических и психологических нагрузках операторов беспилотных летательных аппаратов // Ученые записки университета имени П.Ф. Лесгафта. 2023. №1(215). С. 189–192. DOI: 10.34835/issn.2308-1961.2023.01.p193-196
- Караяни А.Г., Караваев А.Ф.* Психологические и психофизиологические особенности деятельности операторов боевых беспилотных летательных аппаратов // Психопедагогика в правоохранительных органах. 2021. Т. 26, № 1(84). С. 6–15. DOI: 10.24412/1999-6241-2021-1-84-6-15

*Кошкин Р.П.* Беспилотные авиационные системы. М.: Изд-во “Стратегические приоритеты”, 2016. 676 с.

*Кузнецов Г.А., Кудрявцев И.В., Крылов Е.Д.* Ретроспективный анализ, современное состояние и тенденции развития отечественных беспилотных летательных аппаратов // Инженерный журнал: наука и инновации. 2018. № 9. С. 1–22. DOI: 10.18698/2308-6033-2018-9-1801

*Першин Ю.Ю.* Психоэмоциональные расстройства операторов БПЛА (по материалам иностранных источников): презентация проблемы // Вопросы безопасности. 2017. № 3. С. 17–30. DOI: 10.25136/2409-7543.2017.3.23194 URL: [https://nbpublish.com/library\\_read\\_article.php?id=23194](https://nbpublish.com/library_read_article.php?id=23194)

*Просветов И.В.* Беспилотные летательные аппараты специального назначения // Актуальные вопросы эксплуатации систем охраны и защищенных телекоммуникационных систем: сборник материалов Всероссийской научно-практической конференции. Воронеж 1 июня 2017 г. Воронежский институт МВД России. 2017. С. 267–268.

*Решташ А.* Использование беспилотных летательных аппаратов при реагировании на аварии, связанные с транспортировкой опасных грузов // Транспорт России: проблемы и перспективы – 2016. Материалы Международной научно-практической конференции. 29–30 ноября 2016 г. СПб.: ИПТ РАН. Санкт-Петербург, 2016. Том 2. С. 23–27.

*Рыженков С.П., Усов В.М., Сыркина А.А.* Технологии виртуальной и дополненной реальности для улучшения пространственной и ситуационной осведомленности человека-оператора беспилотных летательных аппаратов // Актуальные проблемы психологии труда, инженерной психологии и эргономики. Сер. “Труды Института психологии РАН” Под редакцией А.А. Обознова, А.Л. Журавлева. Москва, 2020. С. 104–116.

*Сергеев С.Ф.* Методологические основы проектирования обучающих сред // Авиакосмическое приборостроение. 2006. № 2. С. 50–56.

*Сергеев С.Ф.* Обучающая среда: концептуальный анализ // Школьные технологии. 2006. № 5. С. 29–34.

*Сергеев С.Ф.* Методологические проблемы инженерной психологии и эргономики техногенного мира // Психологический журнал. 2022. Том 43. № 3. С. 25–33. DOI: 10.31857/S020595920020493-8

*Сергеев С.Ф., Бубеев Ю.А., Усов В.М., Михайлюк М.В., Князьков М.М., Поляков А.В., Мотиенко А.И., Хомяков А.В.* Виртуальные среды для моделирования взаимодействия операторов с БПЛА в закрытых пространствах в потенциально

опасных ситуациях // Робототехника и техническая кибернетика. 2022. Том 10. № 2. С. 85–92. DOI: 10.31776/RTSJ.10201

*Сергеев С.Ф.* Социотехнические системы с искусственным интеллектом: вопросы теории и методологии // Институт психологии Российской академии наук. Организационная психология и психология труда. 2022. Т. 7. № 1. С. 4–23. DOI: 10.38098/ipran.opwr\_2022\_22\_1\_001

*Курченко Н.Ю., Труфляк Е.В.* Нормативно-правовая база использования беспилотных авиационных систем. Краснодар: КубГАУ, 2020. 45 с.

*Циркуляр 328-AN/190 ИКАО.* Беспилотные авиационные системы (БАС). Монреаль: ИКАО, 2011. 48 с.

*Шнырев А.Г.* Интеграция беспилотных воздушных судов в общее воздушное пространство // Транспорт Российской Федерации. 2018. № 5. С. 3–6.

*Якимова Е.М.* Допустимые ограничения конституционных прав и свобод человека и гражданина в сфере предпринимательской деятельности // Вестник Омского университета. Серия “Право”. 2018. № 2 (55). С. 49–54. DOI 10.25513/1990-5173.2018.2.49-54

*Leatherland A.* Pilot training considerations for a whole new world // UAS Annual Conference. Royal Aeronautical Society. London. October 2011.

*Restas A.* The regulation Unmanned Aerial Vehicle of the Szendro Fire Department supporting fighting against forest fires: 1st of the world! // Forest Ecology and Management, 2006. Volume 234, pp. S233. DOI: 10.1016/j.foreco.2006.08.260

*Toscano M.* Unmanned Aircraft Systems Roadmap to the Future // Kansas Unmanned Systems Conference 14–16 October 2013 [Electronic resource]. Kansas State University. 2013. URL: <http://hdl.handle.net/2097/17032>

Статья поступила в редакцию: 17.11. 2023. Статья опубликована 07.07.2024

## AVIATION ROBOTS IN GENERAL AND SPECIAL PURPOSE SYSTEMS: PROBLEMS OF THE HUMAN FACTOR

© 2024 Sergey F. Sergeev\*, Alexander V. Khomyakov \*\*

*\* Doctor of Psychological Sciences, Head of the Laboratory, Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University, St. Petersburg, Russia,  
e-mail: sergeev\_sf@spbstu.ru*

*\*\* Doctor of Technical Sciences, General Director of JSC Central Design Bureau of Hardware Engineering, Tula, Russia,  
e-mail: cdbae@cdbae.ru*

This article addresses a pertinent economic issue concerning the use of aerial robots in various logistics and automated transport systems for general and special purposes. It places a significant emphasis on a crucial yet often underestimated aspect of their development and application - the consideration of the human factor, bridging questions of ergonomics and engineering psychology. The article presents the results of a synthesis of theoretical and empirical research on the integration of unmanned aerial vehicles (UAVs) equipped with artificial intelligence and autonomous capabilities into urban environments. These UAVs represent one of the most promising types of aviation technology, encompassing applications in medical, transport, and specialized sectors. They are increasingly being employed by commercial enterprises and private individuals within the civil sector. Their widespread adoption raises issues related to airspace safety, professional selection and training, certification, and lawful utilization within predefined routes and schedules for transportation. We comprehensively examine thematic, legal, ethical, and ergonomic issues, as well as trends and prospects in the development and mass utilization of unmanned aviation systems (UAS) and air traffic monitoring systems in the practice of governmental agencies, services, and transport systems. The primary concerns identified include the legislative framework for airspace utilization and flight safety throughout all stages of operation, the integration of aerial robot systems into urban and institutional environments, and logistic systems. There is a need to establish city infrastructures that ensure safe and efficient interactions between operators and users with the flight management systems of unmanned cargo and transport vehicles.

Key words: aircraft robots, UAS, UAV, artificial intelligence, professional activities, social effects of automation, ergonomics of complex systems.

## REFERENCE

- Aleshin, B.S., Sukhanov, V.L., & Shibaev, V.M. (2011). Obespechenie bezopasnosti poletov bespilotny`x aviacionny`x sistem v edinom vozдушном prostranstve [Ensuring the safety of flights of unmanned aircraft systems in a single airspace]. *Ucheny`e zapiski CzAGI [Scientific notes of TsAGI]*. 6, 73-83. (in Russian).
- Bagazhkov, I.V., Konovalenko, P.N., & Storonkina, O.E. (2021). Osobennosti upravleniya organizaciej funkcionirovaniya v usloviyax chrezvy`chajny`x situacij podrazdelenij i raschetov MChS Rossii, imeyushhix na vooruzhenii bespilotny`e aviacionny`e sistemy` [Features of managing the organization of functioning in emergency situations of units and calculations of the Ministry of Emergency Situations of Russia, armed with unmanned aircraft systems]. *Sovremennyy`e naukoemkie texnologii. Regional`noe prilozhenie. [Modern high-tech technologies. Regional application]*. 1 (65). 52-57. (in Russian). DOI: 10.6060/snt.20216501.0006
- Velichkovsky, B.B. (2020). Inzhenerno-psihologicheskie problemy proektirovaniya interfejsov upravleniya bespilotnymi letatel`nymi apparatami [Engineering and psychological problems of designing control interfaces for unmanned aerial vehicles]. *Nacional`nyj psihologicheskij zhurnal [National Psychological Journal]*. 1 (37). 31-39. (in Russian). DOI: 10.11621/npj.2020.0103
- Egorov, V.Yu., & Kovalyov, D.V. (2019). Osobennosti primeneniya sotrudnikami policii ognestrel`nogo oruzhiya dlya zashhity` ot posyagatel`stva na zhizn` ili zdorov`e grazhdan, ili sebya [Features of the use of firearms by police officers to protect against encroachment on the life or health of citizens, or themselves]. *Nauchny`j dajdzhest VostochnoSibirskogo instituta MVD Rossii [Scientific digest of the East Siberian Institute of the Ministry of Internal Affairs of Russia]*. 3(3). 66-70. (in Russian).
- Ivanov, E.A., & Kalik, V.V. (2023). K voprosu o fizicheskikh i psihologicheskikh nagruzkah operatorov bespilotnyh letatel`nyh apparatov [On the issue of physical and psychological stress of operators of unmanned aerial vehicles]. *Uchenye zapiski universiteta imeni P.F. Lesgafta [Scientific Notes of the University named after P.F. Lesgafta]*. 1(215). 189–192. (in Russian). DOI: 10.34835/issn.2308-1961.2023.01.p193-196
- Karayani, A.G., & Karavaev, A.F. (2021). Psixologicheskie i psixofiziologicheskie osobennosti deyatel`nosti operatorov boevy`x bespilotny`x letatel`ny`x apparatov [Psychological and psychophysiological features of the activity of operators of combat unmanned aerial vehicles]. *Psixopedagogika v pravooxranitel`ny`x organax [Psychopedagogy in law enforcement agencies]*. 26. 1(84). 6-15. (in Russian). DOI: 10.24412/1999-6241-2021-1-84-6-15
- Koshkin, R.P. (2016). *Bespilotny`e aviacionny`e sistemy` [Unmanned aircraft systems]*. Moscow.: Publishing house “Strategic priorities”, 676 p. (in Russian).

- Kuznecov, G.A., Kudryavcev, I.V., & Kry`lov, E.D. (2018). Retrospektivny`j analiz, sovremennoe sostoyanie i tendencii razvitiya otechestvenny`x bespilotny`x letatel`ny`x apparatov [Retrospective analysis, current state and development trends of domestic unmanned aerial vehicles]. *Inzhenerny`j zhurnal: nauka i innovacii [Engineering Journal: Science and Innovation]*. 9. 1-22. (in Russian). DOI: 10.18698/2308-6033-2018-9-1801
- Pershin, Yu.Yu. (2017). Psihoemocional'nye rasstrojstva operatorov BPLA (po materialam inostrannyh istochnikov): prezentaciya problemy [Psycho-emotional disorders of UAV operators (based on materials from foreign sources): presentation of the problem]. *Voprosy bezopasnosti [Security Issues]*. 3, 17–30. (in Russian). DOI: 10.25136/2409-7543.2017.3.23194 URL: [https://nbpublish.com/library\\_read\\_article.php?id=23194](https://nbpublish.com/library_read_article.php?id=23194)
- Prosvetov, I.V. (2017). Bespilotny`e letatel`ny`e apparaty` special`nogo naznacheniya [Unmanned aerial vehicles of special purpose]. Proceedings from Actual issues of operation of security systems and protected telecommunication systems: *Vserossijskaya nauchno-prakticheskaya konferenciya Voronezh 1 iyunja 2017 g. [All-Russian Scientific and Practical Conference. Voronezh. 1 June 1, 2017]*. (pp. 267-268). Voronezh: Voronezhskij institut MVD Rossii. (in Russian).
- Reshtash, A. (2016). Ispol`zovanie bespilotny`x letatel`ny`x apparatov pri reagirovanii na avarii, svyazanny`e s transportirovkoj opasny`x грузов [The use of unmanned aerial vehicles in responding to accidents related to the transportation of dangerous goods]. Proceedings from *Transport of Russia: problems and prospects - 2016: Mezhdunarodnaya nauchno-prakticheskaya konferenciya. 29–30 noyabrya 2016 g. [International Scientific and Practical Conference. November 29-30, 2016]*. Vol. 2, (pp. 23–27). Saint Petersburg: IPT RAS. -Petersburg. (in Russian).
- Ryzhenkov, S.P., Usov, V.M., & Syrkina, A.L. (2020). Texnologii virtual`noj i dopolnennoj real`nosti dlya uluchsheniya prostranstvennoj i situacionnoj osvedomlennosti cheloveka-operatora bespilotny`x letatel`ny`x apparatov [Virtual and augmented reality technologies to improve the spatial and situational awareness of the human operator of unmanned aerial vehicles]. *Aktual`ny`e problemy` psixologii truda, inzhenernoj psixologii i e`rgonomiki [Actual problems of labor psychology, engineering psychology and ergonomics]*. A.A. Oboznov, A.L. Zhuravlev (Eds.). (pp. 104-116). Moscow: Institute of Psychology of the Russian Academy of Sciences Publ. (in Russian).
- Sergeev, S.F. (2006). Metodologicheskie osnovy` proektirovaniya obuchayushhix sred [Methodological foundations of the design of learning environments]. *Aviakosmicheskoe priborostroenie [Aerospace instrumentation]*. 2. 50-56. (in Russian).

- Sergeev, S.F. (2006). Obuchayushhaya sreda: konceptual'ny`j analiz [Learning environment: Conceptual analysis]. *Shkol'ny`e texnologii [School technologies]*. 5. 29-34. (in Russian).
- Sergeev, S.F. (2022). Metodologicheskie problemy` inzhenernoj psixologii i e`rgonomiki texnogenogo mira [Methodological problems of engineering psychology and ergonomics of the technogenic world]. *Psixologicheskij zhurnal [Psychological Journal]*. 43. 3. 25-33. (in Russian). DOI: 10.31857/S020595920020493-8
- Sergeev, S.F., Bubeev, Yu.A., Usov, V.M., Mikhajlyuk, M.V., Knyaz`kov, M.M., Polyakov, A.V., Motienko, A.I., & Khomyakov, A.V. (2022). Virtual'ny`e sredy` dlya modelirovaniya vzaimodejstviya operatorov s BPLA v zakry`ty`x prostranstvax v potencial'no opasny`x situaciyax [Virtual environments for modeling the interaction of operators with UAVs in enclosed spaces in potentially dangerous situations]. *Robototexnika i texnicheskaya kibernetika [Robotics and technical cybernetics]*. 10. 2. 85-92. (in Russian). DOI: 10.31776/RTCJ.10201
- Sergeev, S.F. (2022). Sociotekhnicheskie sistemy s iskusstvennym intellektom: voprosy teorii i metodologii [Sociotechnical systems with artificial intelligence: issues of theory and methodology]. *Institut psihologii Rossijskoj akademii nauk. Organizacionnaya psihologiya i psihologiya truda [Institute of Psychology of the Russian Academy of Sciences. Organizational psychology and labor psychology]*. 7(1). 4–23. (in Russian) DOI: 10.38098/ipran.opwp\_2022\_22\_1\_001
- Kurchenko N.Yu. & Truflyak E.V. (2020). *Normativno-pravovaya baza ispol'zovaniya bespilotny`x aviacionny`x sistem [Regulatory framework for the use of unmanned aircraft systems]*. Krasnodar: KubGAU]. 45 p. (in Russian).
- Cirkulyar 328-AN/190 IKAO. Bespilotny`e aviacionny`e sistemy` (BAS) [ICAO Circular 328-AN/190. Unmanned Aircraft Systems (UAS)]*. Monreal': IKAO. (2011). 48 p. (in Russian).
- Shnyrev, A.G. (2018). Integraciya bespilotny`x vozdushny`x sudov v obshhee vozdushnoe prostranstvo [Integration of unmanned aircraft into the common airspace]. *Transport Rossijskoj Federacii [Transport of the Russian Federation]*. 5. 3-6. (in Russian).
- Yakimova, E.M. (2018). Dopustimy`e ogranicheniya konstitucionny`x prav i svobod cheloveka i grazhdanina v sfere predprinimatel'skoj deyatel'nosti [Permissible restrictions on the constitutional rights and freedoms of man and citizen in the sphere of entrepreneurial activity]. *Vestnik Omskogo universiteta. Seriya "Pravo" [Bulletin of Omsk University. The "Right" series]*. 2 (55). 49-54. (in Russian). DOI 10.25513/1990-5173.2018.2.49-54
- Leatherland, A. (2011). *Pilot training considerations for a whole new world // UAS Annual Conference*. Royal Aeronautical Society. London. October 2011.

Restas A. (2006). The regulation Unmanned Aerial Vehicle of the Szendro Fire Department supporting fighting against forest fires: 1st of the world! *Forest Ecology and Management*. Volume 234, pp. S233. DOI: 10.1016/j.foreco.2006.08.260

Toscano, M. (2013). *Unmanned Aircraft Systems Roadmap to the Future, Kansas Unmanned Systems Conference 14–16 October 2013* [Electronic resource]. URL: <http://hdl.handle.net/2097/17032>

The article was received: 17.11.2023. Published online: 07.07.2024

Библиографическая ссылка на статью:

Сергеев С.Ф., Хомяков А.В. Авиароботы в системах общего и специального назначения: проблемы человеческого фактора // Институт психологии Российской академии наук. Организационная психология и психология труда. 2024. Т. 9. № 2. С. 166–191. DOI: 10.38098/ipran.opwr\_2024\_31\_2\_007

Sergeev, S.F., Khomyakov, A.V. (2024). Aviaroboty v sistemah obshhego i special'nogo naznachenija: problemy chelovecheskogo faktora [Aviation robots in general and special purpose systems: problems of the human factor]. Institut Psikhologii Rossiyskoy Akademii Nauk. Organizatsionnaya Psikhologiya i Psikhologiya Truda [Institute of Psychology of the Russian Academy of Sciences. Organizational Psychology and Psychology of Labor]. 9(2). 166–191. DOI: 10.38098/ipran.opwr\_2024\_31\_2\_007

Адрес статьи: <http://work-org-psychology.ru/engine/documents/document1018.pdf>