UCHUVCHISIZ UCHISH APPARATLARI (UUA) TUSHUNCHASI VA ULARNING RIVOJLANISH TENDENSIYALARI

Ergashev Dildshod Obidjonovich

Annotatsiya. Maqolada UUA atamalari va tasniflari xalqaro hamda milliy manbalar asosida qiyoslanib, tarixiy bosqichlar, avtonomlik, ko‘p apparatli boshqaruv va huquqiy tartib tendensiyalari tahlil qilindi.

Kalit so‘zlar: uchuvchisiz uchish apparati, UAS, RPAS, tasniflash, avtonomlik, sun’iy intellekt, to‘da boshqaruvi, huquqiy tartibga solish.

Abstract This article examines the concept and development trends of unmanned aerial vehicles (UAVs) through a comparative review of scientific literature, international aviation documents, and national regulations. Its objective is to distinguish an unmanned aircraft from an unmanned aircraft system, clarify the place of remotely piloted aircraft systems, and identify the methodological limitations of existing classifications. The study applies conceptual comparison, historical interpretation, and qualitative document analysis rather than experimental testing or an original bibliometric survey. Results demonstrate that ICAO terminology describes aircraft and system architecture, NATO classification primarily reflects military aircraft characteristics, and the European Union categorizes civil operations according to risk. A conditional four-stage technological periodization is proposed, covering mechanical automation, radio-controlled platforms, digital systems, and networked autonomy. Current trends include artificial intelligence, multi-aircraft coordination, bio-inspired structures, and increasingly integrated communications. Evidence from peer-reviewed reviews and documented demonstration trials is differentiated from manufacturers’ claims and analytical estimates. The paper concludes that technology readiness, human

oversight, safety, and legal applicability must be evaluated together when adapting international UAV experience to Uzbekistan.

Keywords: unmanned aerial vehicles, unmanned aircraft systems, remotely piloted aircraft systems, classification, autonomy, swarm coordination, aviation regulation, technology trends.

Uchuvchisiz uchish apparatlari *(UUA)* aviatsiya, raqamli aloqa, masofaviy zondlash, logistika va xavfsizlik sohalarining o‘zaro yaqinlashuvida shakllanayotgan texnologik yo‘nalishdir. Uning ilmiy-amaliy ahamiyati faqat bortida uchuvchi bo‘lmagan havo kemasi yaratilgani bilan emas, balki sensorlar, aloqa kanallari, operator stansiyasi, ma’lumotlarni qayta ishlash va parvozni boshqarish elementlari yagona funksional tizimga birlashtirilayotgani bilan belgilanadi. Ushbu holat xalqaro aviatsiya hujjatlarida ***“apparat”*** va ***“tizim”*** tushunchalarini farqlash zaruratini keltirib chiqargan [9].

So‘nggi yillardagi ilmiy tadqiqotlarda UUA mavzusi tor konstruktiv muammodan ko‘p tarmoqli izlanish obyektiga aylangani ko‘zga tashlanadi. Jumladan, Tadros va hammualliflar dengiz muhitida qo‘llaniladigan UUAlar bo‘yicha 2020-yil – 2026-yil mart davriga oid 471 ta taqrizlangan maqolani tahlil qilgan, ushbu tanlanmada yillik nashrlar soni 2020-yildagi 22 tadan 2025-yilda 160 taga ko‘paygan [16]. Bu raqamlar barcha UUA adabiyotlarining umumiy statistikasi emas, aynan mazkur tadqiqotdagi dengiz UUA yo‘nalishiga xos natijadir.

Biroq tushunchaviy darajada muammo saqlanib qolmoqda, UAV *(uchuvchisiz havo kemasi)*, UAS *(uchuvchisiz aviatsiya tizimi)*, RPA *(masofadan uchiriladigan havo kemasi)*, RPAS *(masofadan boshqariladigan havo kemasi tizimi)*, ***“dron”*** hamda ***“kvadrokopter”*** atamalari ko‘pincha bir-birining o‘rnida qo‘llanadi. Tasniflashda ham bir xil maqsad yo‘q, ICAO aviatsiya tizimining elementlari va parvoz xavfsizligiga, NATO harbiy foydalanish xususiyatlariga, Yevropa Ittifoqi esa fuqarolik parvozlari xavf darajasiga e’tibor qaratadi [5, 6, 9,

12]. Shu bois ular bir-biriga muqobil, ammo aynan bir mezonni o‘lchaydigan toifalar emas.

Mazkur tadqiqotning ilmiy muammosi UUA bo‘yicha terminologik, texnologik va normativ tasniflarning maqsadi hamda qo‘llanish chegaralari aniq ajratilmaganda rivojlanish tendensiyalarini obyektiv qiyoslash qiyinlashishidir. O‘zbekistonlik tadqiqotchilar UUA turlari va texnik belgilarini [18], shuningdek, qishloq xo‘jaligi monitoringidagi imkoniyatlarini [15] yoritgan. Shu bilan birga xalqaro terminologiya, tarixiy o‘zgarishlar va tartibga solish yondashuvlarini bir xil qiyosiy mezonlar asosida jamlash mazkur maqola doirasida mustaqil tahliliy vazifa sifatida qo‘yildi.

Tadqiqotning maqsadi UUA va uchuvchisiz aviatsiya tizimiga oid tushunchalarni asl normativ manbalar asosida farqlash, rivojlanishning shartli texnologik bosqichlarini asoslash hamda avtonomlik, ko‘p apparatli hamkorlik, konstruktiv yangilanish va tartibga solish bo‘yicha asosiy tendensiyalarni qiyosiy baholashdan iborat.

Xalqaro normativ yondashuvni tahlil qilishda ICAOning masofadan boshqariladigan aviatsiya haqidagi huquqiy ishchi hujjati, NATO Stability Policing Centre of Excellence tomonidan e’lon qilingan sohaviy tadqiqot, Yevropa Ittifoqining 2019/947-son reglamenti hamda EASAning 2026-yil iyun oyidagi qoidalar to‘plamiga tayanildi [5, 6, 9, 12]. O‘zbekiston bo‘yicha birlamchi normativ asos sifatida Vazirlar Mahkamasining 2022-yil 15-noyabrdagi 658-son qarori va unga ilova qilingan Nizomning amaldagi tahriri ko‘rib chiqildi [19].

ICAOning huquqiy hujjatida uchuvchisiz havo kemasi (UA) bortida uchuvchisiz ekspluatatsiya qilinadigan havo kemasi, UAS esa shu havo kemasi bilan bog‘liq elementlarning birgalikdagi tizimi sifatida talqin qilingan. Masofadan boshqariladigan havo kemasi (RPA) uchuvchi boshqa joydagi stansiyadan boshqaradigan UAning alohida ko‘rinishidir; RPAS esa RPA, masofaviy boshqaruv stansiyasi, buyruq-boshqaruv liniyalari hamda zarur boshqa elementlarni qamrab

oladi [9]. Shundan kelib chiqadiki, apparat va tizimni sinonimlashtirish apparat samaradorligini butun kompleksning ekspluatatsion imkoniyatlari bilan chalkashtiradi.

1-jadval.

Asosiy atamalarning mazmuniy qiyosi

Atama	Tushuncha chegarasi	Ahamiyati
UA / UAV / UUA	Bortida uchuvchi bo‘lmagan havo kemasi	Apparatning konstruksiyasi, parvoz xususiyatlari
UAS	UA va unga bog‘liq boshqaruv, aloqa va boshqa elementlar	Tizimning funksional yaxlitligi va ishonchliligi
RPA	Masofadagi uchuvchi tomonidan boshqariladigan UA	Boshqaruv mas’uliyati va aloqa talablari
RPAS	RPA, masofaviy stansiya, C2 aloqasi va zarur tarkibiy qismlar	Sertifikatlash va parvoz xavfsizligi
Kvadrokopter	To‘rtta rotorli konstruktiv tur	Geometriyaga oid belgi; huquqiy sinf emas

“Dron” umumiy iste’moldagi keng atama bo‘lib, turli kontekstlarda havo, yerusti yoki suvdagi uchuvchisiz platformalarga nisbatan ishlatilishi mumkin, mazkur maqolada u faqat havo uchuvchisiz tizimiga nisbatan qo‘llanadi. ***“Kvadrokopter”***ni UUAning barcha turlarini anglatadigan atama sifatida ishlatish xato, samolyot sxemali, vertikal uchib-qo‘nuvchi va uchar qanotli platformalar ham mavjud. Shu sababli termin tanlashda mazmuniy doira saqlanishi muhim.

O‘zbekiston Respublikasi Vazirlar Mahkamasining 658-son qaroriga ilova qilingan Nizomda uchuvchisiz uchadigan apparat va uchuvchisiz aviatsiya tizimiga oid atamalar belgilangan; shu bois mahalliy tartibni tushuntirishda ikkilamchi OAV izohidan oldin normativ hujjat matniga tayanish maqsadga muvofiq [19]. Xulosa shuki, UUA haqida izlanishda tadqiqot

birligi – apparatning o‘zimi yoki u ishlaydigan tizimmi – boshidanoq ko‘rsatilishi kerak.

NATO amaliyotidagi keng tarqalgan tasnif UASni uch sinfga ajratadi: **I sinf** – 150 kg dan kam, **II sinf** – 150–600 kg, **III sinf** – 600 kg dan yuqori bo‘lgan apparatlar. Massa asosiy chegaralardan biri bo‘lib, odatiy vazifa radiusi va qo‘llanish darajasi qo‘shimcha belgilardir [12]. Bunda harbiy foydalanish konteksti ustuvor. Yevropa Ittifoqi 2019/947-son reglamentida esa parvoz operatsiyalari “open”, “specific” va “certified” toifalariga ajratiladi, mezon uskuna vaznining o‘zi emas, operatsiyaning xavfi va zarur nazorat choralaridir[5, 6].

2-jadval.

UUAga oid to‘rtta tasniflash yondashuvi

Yondashuv	Tasnif obyekti	Asosiy mezon	Qo‘llanish chegarasi
ICAO [9]	UA / UAS / RPA / RPAS	Tizim tarkibi va boshqaruv shakli	Xalqaro aviatsiya tushunchalari
NATO [12]	Harbiy UAS	Massa, vazifa va operativ qo‘llanish	Harbiy va sohaviy ehtiyojlar
Yevropa Ittifoqi [5, 6]	Fuqarolik UAS operatsiyasi	Operatsion xavf va ruxsat shartlari	Fuqarolik parvozlari
O‘zbekiston [19]	UUA va uchuvchisiz aviatsiya tizimi	Huquqiy ta’rif, ruxsat va saqlash tartibi	Fuqaro va davlat aviatsiyasi doirasi

Izoh: Manbalar [5, 6, 9, 12, 19] asosida muallifning qiyosiy tahlili.

Jadval natijasi metodologik jihatdan muhim, “NATO I sinfiga mansub apparat Yevropa Ittifoqida ochiq toifaga kiradi” mazmunidagi avtomatik xulosa chiqarish mumkin emas. Harbiy massa sinfi bilan fuqarolik operatsiyasi xavf toifasi turli kategoriyalardir. Xuddi shuningdek, O‘zbekistonda belgilangan ruxsat tartibini konstruktiv texnik tasnif sifatida talqin qilish ham ilmiy jihatdan asossiz. Ularni

qiyoslash uchun umumiy apparat parametrlari, operatsiya sharoiti va normativ maqom alohida ko‘rsatiladi.

UUA tarixini birinchi sanadan boshlab mutlaq izchil rivojlangan yo‘l sifatida bayon qilish ehtiyotkorlikni talab etadi: turli mamlakatlar va tarmoqlarda texnologik o‘zgarishlar bir xil vaqtda sodir bo‘lmagan. Shunga qaramay, hukmron boshqaruv texnologiyalari mezoni asosida to‘rtta shartli bosqich ajratish mumkin. Mazkur davrlashtirish ilmiy adabiyotdan olingan faktlarni muallif tomonidan tizimlashtirish natijasidir; uni barcha tarixiy maktablar uchun majburiy standart deb bo‘lmaydi.

3-jadval.

UUA texnologik rivojlanishining shartli davrlari

Bosqich	**Asosiy belgi**	**Namunaviy dalil / cheklov**
I. 1910–1930-yillar	Mexanik-giroskopik avtomatlashtirish	1918-yildagi Kettering Bug; jangda qo‘llanmagan [3]
II. 1930–1970-yillar	Radio boshqaruv va aerofotorazvedka	OQ-2 hamda Firebee/AQM-34 tajribalari [3]
III. 1980–2000-yillar	Raqamli sensorlar va uzoq aloqa	Ko‘p funksiyali razvedka platformalarining rivoji [3, 17]
IV. 2010–2026-yillar	AI, ko‘p apparatli hamkorlik, tarmoqlashuv	Ilmiy sharhlar va namoyish sinovlari [1, 2, 16, 20]

Izoh: Manba: [1–3, 16, 17, 20] asosida muallifning shartli tarixiy davrlashtirishi, bosqichlar o‘rtasida qat’iy chegara yo‘q.

Kettering Bug apparatining 1918-yildagi parvozlari dasturlashtirilgan mexanik avtomatika imkoniyatlarini namoyon etgan, biroq u jangda ishlatilmagan.

Keyingi davrda OQ-2 ning ommaviy ishlab chiqarilishi va Firebee oilasi razvedkaga moslashtirilishi masofaviy boshqaruvning amaliy ko‘lamini kengaytirgan [3]. Zamonaviy bosqich esa alohida platformadan ko‘ra operator, apparatlar guruhi, aloqa infratuzilmasi va tahliliy dasturlarning birikmasi bilan tavsiflanadi [1, 20].

Birinchi ustuvor yo‘nalish – boshqaruv avtonomligining ortishidir. Bu holat “inson boshqaruvi butunlay yo‘qoldi” degani emas. Avtonomlik vazifani oldindan rejalash, parvozning ayrim bosqichlarini avtomatlashtirish, muhitga moslashib navigatsiya qilish yoki bir nechta apparatning kelishilgan harakatini ta’minlash kabi alohida funksiyalarga tegishli bo‘lishi mumkin. Wang va hammualliflar chuqur mustahkamlovchi o‘rganish hamda graf neyron tarmoqlarini dinamik UUA tarmoqlari uchun istiqbolli texnologiyalar sifatida tahlil qilganlar, shu bilan birga xavfsizlik va ko‘p mezonli qaror qabul qilish muammolari ham ochiq qolayotganini qayd etganlar [20].

Ikkinchi yo‘nalish – markazlashgan yagona apparatdan ko‘p agentli hamkorlikka o‘tishdir. Arshid va hammualliflar to‘da yo‘nalishini rejalashtirishda an’anaviy algoritmlar, bioilhomlangan optimallashtirish va sun’iy intellektga tayanuvchi yondashuvlarni farqlab, ularni qiyoslashda energiya sarfi, apparatlararo muvofiqlik, to‘qnashuvdan qochish va hisoblash murakkabligini muhim omillar sifatida ko‘rsatganlar [1]. Bundan kelib chiqadiki, “to‘da”ni faqat bir vaqtda ko‘p dron uchirilishi bilan tenglashtirish to‘g‘ri emas; hamkorlikning algoritmik va aloqa asoslari isbotlangan bo‘lishi lozim.

Amaliy namuna sifatida Baykar 2025-yil 27-dekabr kuni ikki KIZILELMA prototipi yaqin formatsion parvozni avtonom algoritmlar bilan bajarganini e’lon qilgan [2]. Leonardo esa 2026-yil iyun oyida M-346 samolyoti bilan KIZILELMA o‘rtasida boshqaruvni uzatish va qo‘shma parvozlar sinovlari haqida xabar bergan [13]. Mazkur ma’lumotlar texnologik yo‘nalish mavjudligini ko‘rsatadi, ammo ishlab chiqaruvchi va hamkor tashkilot bayonotlari real foydalanishdagi barcha sharoitlarda tasdiqlangan imkoniyat bilan bir xil emas.

Uchinchi yo‘nalish – konstruktiv miniaturizatsiya va biomimetika. Guo va hammualliflar qanot qoqadigan kichik apparatlardagi moslashuvchan elementlar bo‘yicha ayrim tadqiqotlarda quvvat sarfining 10–27 foiz kamayishi va ko‘tarish kuchining 16–40 foiz ortishi kabi natijalarni umumlashtirganlar [7]. Bunday raqamlarni barcha konstruksiyalar uchun umumiy samaradorlik ko‘rsatkichi deb olish mumkin emas: tajriba sharoiti, tanlangan material va sinov usuli katta rol o‘ynaydi. Mazkur yo‘nalishning ko‘plab ishlanmalari laboratoriya yoki prototip bosqichida qolmoqda.

To‘rtinchi yo‘nalish – platformalarning funksional tabaqalanishi va arzon uchuvchisiz vositalarning ko‘payishidir. Bir tomonda yuqori murakkablikdagi uzoq parvozli tizimlar, boshqa tomonda nisbatan arzon qisqa xizmat muddatli apparatlar rivojlanmoqda. CSIS tahlili Rossiyaning Shahed tipidagi bir martalik zarba dronlari misolida narx, uchirishlar soni va nishonga yetib borish natijasi o‘rtasidagi tafovutni ko‘rsatgan: hisobot mualliflari hisob-kitob uchun bitta apparatga 35 ming AQSh dollari qiymatini qabul qilgan [8]. Bu raqam operatsiyaning barcha xarajatlarini ifodalovchi qat’iy bozor bahosi emas. Jensen va Atalan Shahed dronlarining ommaviy uchirilishi hamda arzon vositalar orqali havo mudofaasiga yuklamani oshirish amaliyotini alohida tahlil qilganlar [10].

Beshinchi yo‘nalish – tarmoqlashgan boshqaruv, ma’lumot almashish va tizimlararo muvofiqlikning kuchayishidir. Dengiz UUA bo‘yicha 471 ta ilmiy maqolaga tayangan sharh sun’iy intellekt, aloqa, kooperativ avtonomlik va turli uchuvchisiz platformalarning birgalikda ishlashini alohida tadqiqot klasterlari sifatida ajratgan; shu bilan birga simulyatsiya natijalari bilan amaliy ekspluatatsiya tayyorligi o‘rtasida sezilarli farq saqlanayotganini ko‘rsatgan [16]. Shuning uchun yangi algoritmning laboratoriyada muvaffaqiyati bevosita harbiy yoki fuqarolik tizimining to‘liq tayyorligi degani emas.

Yevropa Ittifoqida asosiy huquqiy mantiq xavfga asoslangan operatsion toifalashdir. “Ochiq” toifa oldindan individual operatsion ruxsat talab qilmaydigan,

nisbatan past xavfli parvozlarni qamrab oladi; “maxsus” toifa uchun xavfni baholash yoki tegishli ruxsat mexanizmi, “sertifikatlangan” toifa uchun esa kuchaytirilgan sertifikatlash talablari nazarda tutilgan [5, 6]. Ushbu farq apparatning faqat harbiy yoki fuqarolik foydalanish maqsadi bilan emas, aynan rejalashtirilgan parvoz xususiyatlari bilan bog‘liq.

O‘zbekistonning 658-son qaroriga muvofiq UUA va uchuvchisiz aviatsiya tizimlarini olib kirish, saqlash hamda ulardan foydalanish huquqiy cheklov va maxsus tartiblar doirasida amalga oshiriladi [19]. Qarordagi fuqarolik va davlat aviatsiyasiga oid normalarni birgalikda ko‘rib chiqish mamlakatdagi tartibni faqat “umumiy taqiq” yoki faqat “erkin ruxsat” shaklida soddalashtirishga yo‘l qo‘ymaydi. Milliy tartibning hozirgi mazmuniga baho berishda hujjatning yangilanib boruvchi rasmiy tahririni tekshirish shart.

Milliy ishlab chiqarish bo‘yicha 2022-yil yanvar oyida ommaviy axborot vositalarida “Lochin” nomli samolyot sxemali va kvadrokopter tipidagi apparatlar ishlab chiqarilishi yo‘lga qo‘yilgani haqida Mudofaa sanoati davlat qo‘mitasi bayonotiga tayanilgan xabarlar e’lon qilingan [11]. Ushbu manba ishlab chiqarish yo‘nalishining boshlanishini tasdiqlash uchun qo‘llanildi; uning asosida 2026-yildagi ishlab chiqarish hajmi, ekspluatatsiya darajasi yoki eksport samarasi haqida xulosa chiqarilmadi.

Xalqaro xavfsizlik siyosati doirasida NATO 2025-yil 12-sentabrda Polsha havo hududi buzilganidan keyin “Eastern Sentry” faoliyatini e’lon qilgan [14]. Yevropa Komissiyasining “Defence Readiness Roadmap 2030” hujjatida esa European Drone Defence Initiative uchun 2026-yil oxirigacha boshlang‘ich imkoniyatga va 2027-yil oxirigacha to‘liq funksionallikka erishish maqsadi ko‘rsatilgan [4]. Ushbu holatlar texnologiyani rivojlantirish va unga qarshi himoyani tashkil etish parallel jarayon ekanini ko‘rsatadi; Yevropa siyosatini faqat mudofaa yo‘nalishiga tenglashtirish noto‘g‘ri bo‘ladi.

Olingan natijalar uchuvchisiz aviatsiyaning rivojlanishini faqat apparatning aerodinamik yoki texnik ko‘rsatkichlari orqali baholash yetarli emasligini ko‘rsatadi. **“Tizim”** nuqtayi nazarida boshqaruvning uzluksizligi, aloqa barqarorligi, ma’lumotlardan foydalanish, operatorning mas’uliyati va boshqa tizimlar bilan ishlash imkoniyati muhim. ICAOning tizimli terminologiyasi, NATOning operativ massa sinflari va Yevropa Ittifoqining xavfga asoslangan toifalari bir-birini inkor etmaydi; ular turlicha boshqaruv savollariga javob beradi [5, 9, 12].

Boshqa muhim jihat – texnologiyaning namoyish etilishi bilan amalda joriy etilishi o‘rtasidagi tafovutdir. Avtonom formatsion parvoz haqidagi korporativ xabarlar [2, 13] muayyan sinov muvaffaqiyatini ko‘rsatadi. Biroq tizimning uzoq muddatli ishlashi, turli ob-havo va radioelektron sharoitlarda barqarorligi, xavfsizlik muammolari hamda inson nazoratining samaradorligini baholash uchun ko‘p bosqichli mustaqil sinovlar talab etiladi. Tadros va hammualliflarning nashrlar sharhida aynan simulatsiya–amaliyot tafovuti alohida ta’kidlangani mazkur ehtiyotkorlikni qo‘llab-quvvatlaydi [16].

Harbiy-amaliy tajriba tahlili ham statistik raqamlarni ehtiyotkor talqin qilishni talab etadi. Hollenbeck va hammualliflar 2022-yil sentabrdan 2024-yil dekabrgacha bo‘lgan davrdagi hujumlar ma’lumotlarini tahlil qilib, Shahed tipidagi dronlarning katta ulushi nishonga yetib bormaganini qayd etganlar [8]. Biroq nishonga yetib borish ulushi umumiy harbiy samaradorlikka, bir apparatning hisobiy narxi esa butun operatsiyaning iqtisodiy samarasiga avtomatik teng emas. Qayd etilgan cheklovlar sharoitida xulosa faqat mavjud hisobot qamrab olgan davr va ma’lumotlar to‘plamiga nisbatan asosli hisoblanadi.

Ilmiy yondashuv nuqtayi nazaridan avtonomlikni baholashda kamida uch o‘lcham ajratilishi lozim, **birinchisi,** funksional avtonomlik – apparat qaysi harakatni mustaqil bajaradi; **ikkinchisi,** tashkiliy avtonomlik – operator yoki qo‘mondon qarorining qaysi bosqichida inson nazorati saqlanadi; **uchinchisi,**

verifikatsiya darajasi – ko‘rsatilgan imkoniyat laboratoriya, sinov maydoni yoki real ekspluatatsiya sharoitida tekshirilganmi. Bu uchlik muallifning mazkur manbalar asosidagi qiyosiy taklifidir, u alohida sinovdan o‘tgan standart baholash metodikasi sifatida ilgari surilmaydi.

Yuqoridagi tahlillardan kelib chiqib milliy sharoit uchun quyidagicha amaliy xulosa qilish mumkin. UUA rivojlanishiga oid texnik loyihalarni xavfsiz ekspluatatsiya, huquqiy muvofiqlik va kadrlar tayyorlash bilan birgalikda rejalashtirish zaruratidir. Buning uchun, **birinchidan,** milliy hujjatlardagi termin va tavsiflarni o‘quv-metodik materiallarda bir xil ishlatish, **ikkinchidan,** uchuvchisiz tizimlarni baholashda apparat xususiyatlarini boshqaruv-aloqa komponentlaridan ajratmaslik, **uchinchidan,** turli sinflar uchun sinov natijalarini hujjatlashtirish; **to‘rtinchidan,** xalqaro tajribani milliy huquqiy rejimga mexanik ko‘chirmasdan, xavf va qo‘llanish doirasi bo‘yicha baholash tavsiya etiladi.

Tadqiqotning cheklovlari. Keyingi tadqiqotda ma’lumotlar bazalari, tanlash protokoli va mezonlari oldindan belgilangan tizimli sharh, shuningdek, bir xil sinov vazifalari asosidagi empirik qiyoslash tashkil etilishi maqsadga muvofiq.

Birinchidan, UUA (UAV/UA) va UAS tushunchalarini farqlash metodologik zaruratdir, birinchisi apparatni, ikkinchisi esa apparat bilan bog‘liq aloqa, boshqaruv va boshqa elementlarni qamrab oladigan tizimni anglatadi. RPA va RPAS tushunchalari masofaviy uchuvchi ishtirokidagi kichikroq doirani ifodalaydi. Tadqiqotda terminlarni normativ hujjatga bog‘lab qo‘llash ilmiy aniqlikni oshirishi asoslandi.

Ikkinchidan, ICAO, NATO, Yevropa Ittifoqi va O‘zbekiston yondashuvlari turli predmeti hamda maqsadlari bilan farqlanadi. NATOning massa sinflari, Yevropa Ittifoqining operatsion xavf toifalari va O‘zbekistonning ruxsat berish tartibi o‘zaro almashtiriladigan kategoriyalar emas. Mazkur xulosa tadqiqotning asosiy terminologik-tasniflash natijasidir.

Uchinchidan, UUA rivojlanishida mexanik avtomatika, radio boshqaruv, raqamli kuzatuv va tarmoqlashgan avtonom boshqaruvga o‘tish kabi shartli texnologik bosqichlar ajratildi. Hozirgi davrda sun’iy intellekt, ko‘p apparatli hamkorlik, konstruktiv miniaturizatsiya va tizimlararo muvofiqlik muhim tendensiyalar sifatida namoyon bo‘lmoqda; ularning ekspluatatsion yetuklik darajasi esa bir xil emas.

To‘rtinchidan, xalqaro tajribani milliy sharoitda qo‘llash uchun texnik tavsiflar, inson nazorati, aloqa ishonchliligi, huquqiy maqom va sinov bosqichlarini bir butun tizim sifatida baholash talab etiladi. Keyingi ilmiy vazifa ushbu mezonlarni aniq ko‘rsatkichlarga aylantirish va mustaqil tajribalar orqali tekshirishdan iborat. Mazkur tadqiqotning natijalari konseptual-qiyosiy xulosalardir; ular tajribada tasdiqlangan yangi texnik vosita yoki tayyor normativ standartni anglatmaydi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO‘YXATI

1. Arshid, K., Krayani, A., Marcenaro, L., Gomez, D. M., & Regazzoni, C. (2025). Toward autonomous UAV swarm navigation: A review of trajectory design paradigms. *Sensors, 25*(18), Article 5877. https://doi.org/10.3390/s25185877

2. Baykar. (2025, December 28). *Bayraktar KIZILELMA performs formation flight using smart fleet autonomy.* https://www.baykartech.com/en/press/bayraktar-kizilelma-performs-formation-flight-using-smart-fleet-autonomy/

3. Darack, E. (2011, May 17). *A brief history of unmanned aircraft.* Smithsonian Air & Space. https://www.smithsonianmag.com/air-space-magazine/a-brief-history-of-unmanned-aircraft-174072843/

4. European Commission. (2025, October 16). *Readiness roadmap 2030.* https://defence-industry-space.ec.europa.eu/eu-defence-industry/readiness-roadmap-2030_en

5. European Union. (2019, May 24). *Commission Implementing Regulation (EU) 2019/947 of 24 May 2019 on the rules and procedures for the operation of unmanned aircraft.* Official Journal of the European Union. https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:32019R0947

6. European Union Aviation Safety Agency. (2026, June 30). *Easy access rules for unmanned aircraft systems (Revision from June 2026).* https://www.easa.europa.eu/en/document-library/easy-access-rules/online-publications/easy-access-rules-unmanned-aircraft-systems

7. Guo, J., Abdullah, E. J., & Abdul Hamid, M. F. (2025). Review on passive, active, and hybrid adaptive-morphing flapping wing for energy efficient bird sized UAV. *Progress in Aerospace and Aviation Technology, 5*(2), 42–57. https://doi.org/10.30880/paat.2025.05.02.005

8. Hollenbeck, N., Altaf, M. H., Avila, F., Ramirez, J., Sharma, A., & Jensen, B. (2025, February 19). *Calculating the cost-effectiveness of Russia's drone strikes.* Center for Strategic and International Studies. https://www.csis.org/analysis/calculating-cost-effectiveness-russias-drone-strikes

9. International Civil Aviation Organization. (2018, July 26). *Remotely piloted aircraft systems legal survey (LC/37-WP/2-1).* https://www.icao.int/filebrowser/download/99672?fid=99672

10. Jensen, B., & Atalan, Y. (2025, May 13). *Drone saturation: Russia's Shahed campaign.* Center for Strategic and International Studies. https://www.csis.org/analysis/drone-saturation-russias-shahed-campaign

11. Kun.uz. (2022, January 18). *O'zbekistonda uchuvchisiz uchish apparatlarini ishlab chiqarish yo'lga qo'yildi.* https://kun.uz/news/2022/01/18/ozbekistonda-uchuvchisiz-uchish-apparatlarini-ishlab-chiqarish-yolga-qoyildi

12. Kutuk, Y. (2025). *UAS (Unmanned Aircraft Systems): The force multiplier for law enforcement agencies and the potential contributor to stability policing.* NATO Stability Policing Centre of Excellence. https://nllp.jallc.nato.int/iks/sharing%20public/uas-unmanned-aircraft-systems.pdf

13. Leonardo. (2026, June 22). *Leonardo and Baykar set major milestone for advanced crewed/uncrewed capability development with successful first K-SWARM live trials.* https://www.leonardo.com/documents/15646808/0/Press%2BRelease_Leonardo_BAYKAR_CUC-T_22_06_2026_ENG.pdf?t=1782123675747

14. North Atlantic Treaty Organization. (2025, September 12). *NATO launches "Eastern Sentry" to bolster posture along eastern flank.*

https://www.nato.int/en/news-and-events/articles/news/2025/09/12/nato-launches-eastern-sentry-to-bolster-posture-along-eastern-flank

15. Qodirov, I. E. (2026). Dala kuzatish ishlarida dronlarning o‘rni. *Oriental Renaissance: Innovative, Educational, Natural and Social Sciences, 6*(1), 561–568. https://oriens.uz/media/journalarticles/78_Qodirov_Isomiddin_Eshmominovich_561-568.pdf

16. Tadros, M. Y., Bordbar, A., Nazemian, A., Aung, M. Z., & Boulougouris, E. K. (2026). Review of applications, technologies and future trends of maritime UAV systems for smart ocean operations. *Drones, 10*(10), Article 737. https://doi.org/10.3390/drones10100737

17. Telli, K., Kraa, O., Himeur, Y., Ouamane, A., Boumehraz, M., Atalla, S., & Mansoor, W. (2023). A comprehensive review of recent research trends on UAVs [Preprint]. arXiv. https://arxiv.org/abs/2307.13691

18. Toshaliyev, A. E. (2024). Uchuvchisiz uchish apparatlarining turlari va tasnifi. *Modern Science and Research, 3*(12), 306–309. https://inlibrary.uz/index.php/science-research/article/view/54221

19. Vazirlar Mahkamasi. (2022, November 15). *O‘zbekiston Respublikasida uchuvchisiz uchadigan apparatlardan foydalanishni tartibga solish bo‘yicha qo‘shimcha chora-tadbirlar to‘g‘risida (658-son qaror).* O‘zbekiston Respublikasi qonunchilik ma’lumotlari milliy bazasi. https://lex.uz/uz/acts/-6284990

20. Wang, L., Cui, W., Peng, Q., Liu, Z., & Yao, R. (2026). AI-enabled UAV networks for 6G: A paradigm shift. *IEEE Communications Standards Magazine,* Advance online publication. https://doi.org/10.1109/MCOMSTD.2026.3676806