4-SHO‘BA ILMIY G‘OYALAR VA ZAMONAVIY YECHIMLAR

Nukus · 16.10.2026

Agrodronlardan awıl xojalıǵında paydalanıwdı tiykarlaw (Qaraqalpaqstan Respublikası mısalında)

Ramazanov Baxıtbay Nietbayevich aǵa oqıtıwshı · **Orınbayeva Sayyora Maxsetbayevna** t.i.d. (PhD)

Qaraqalpaqstan awıl xojalıǵı hám agrotexnologiyalar institutı

ramazanovbaxitbay@gmail.com

DOI 10.66073/ReFocus-Conf/1610185

Iqtibos uchun: Ramazanov Baxıtbay Nietbayevich, Orınbayeva Sayyora Maxsetbayevna. Agrodronlardan awıl xojalıǵında paydalanıwdı tiykarlaw (Qaraqalpaqstan Respublikası mısalında) // Aralboyı aymaǵında suwdan paydalanıw nátiyjeliligi hám shorlanıwdıń awıl xojalıǵı eginleri zúráátligi hámde xalıqtıń turmıs iskerligine tásirin monitoring etiw hám qadaǵalaw ushın klimatqa shıdamlı innovaciyalıq texnologiyalardı islep shıǵıw: xalıqaralıq ilimiy-ámeliy konferenciya materialları. – Nókis, 2026. – B. 700–704. – DOI: 10.66073/ReFocus-Conf/1610185

Annotaciya. Maqalada Qaraqalpaqstan Respublikası agrar sektorına ushıwshısız ushıw apparatların (agrodronlar) engiziwdiń nátiyjeliligi ilimiy hám texnikalıq-ekonomikalıq jaqtan tiykarlanǵan. Aymaqtıń ózine tán tábiyǵıy-klimat hám edafikalıq sharayatları, sonıń ishinde, topıraqtıń joqarı shorlanıwı, suwǵarılatuǵın suwdıń jetispewshiligi hám arid klimatı tallandı. Eginlerdi (paxta, biyday, salı) ximiyalıq qayta islew hám monitoring etiwdiń dástúriy usılları hám dronlar tiykarında anıq diyqanshılıq texnologiyaların salıstırmalı tallaw tiykarında pesticidler hám defoliantlardıń jumsalıwı 20-35 % ke, suwdıń únemleniwi 90 procentke shekem, topıraqtıń tıǵızlanıwı hám eginlerdi tárbiyalaw normalarınıń azayıwı dálillendi. Agrodronlardı Qaraqalpaqstan agroklasterleri strukturasına integraciyalaw boyınsha usınıslar qáliplestirildi.

Annotatsiya. Maqolada Qoraqalpog‘iston Respublikasi qishloq xo‘jaligi sohasiga uchuvchisiz uchish apparatlari (agrodronlar) ni joriy etish samaradorligining ilmiy va texnik-iqtisodiy asoslari keltirilgan. Hududning o‘ziga xos tabiiy-iqlim va edafik sharoitlari, jumladan, tuproqlarning yuqori darajada sho‘rlanishi, sug‘orish suvining tanqisligi va iqlimning qurg‘oqchiligi tahlil qilingan. An’anaviy ekinlarga (g‘o‘za, bug‘doy, sholi) kimyoviy ishlov berish va monitoring qilish usullarini UUA asosidagi aniq dehqonchilik texnologiyalari bilan qiyosiy tahlil qilish asosida pestitsidlar va defoliantlar sarfini 20-35% ga, suvni 90% gacha tejash, shuningdek, tuproqning zichlanishi va ekinlarni parvarish qilish me’yorlarini pasaytirish isbotlangan. Qoraqalpog‘iston agroklasterlari tarkibiga agrodronlarni integratsiya qilish bo‘yicha tavsiyalar ishlab chiqilgan.

Аннотация. В статье дано научное и технико-экономическое обоснование эффективности внедрения беспилотных летательных аппаратов (агродронов) в аграрный сектор Республики Каракалпакстан. Проанализированы специфические природно-климатические и эдафические условия региона, включая высокое засоление почв, дефицит поливной воды и аридность климата. На основе сравнительного анализа традиционных методов химической обработки и мониторинга посевов (хлопчатник, пшеница, рис) с технологиями точного земледелия на базе БПЛА доказано сокращение расхода пестицидов и дефолиантов на 20-35 %, экономия воды до 90 %, а также снижение уплотнения почвы и нормативов ухода за культурами. Сформулированы рекомендации по интеграции агродронов в структуру агрокластеров Каракалпакстана.

Abstract. The article provides a scientific and technical-economic justification for the effectiveness of implementing unmanned aerial vehicles (agro-drones) in the agricultural sector of the Republic of Karakalpakstan. The region's specific natural-climatic and edaphic conditions, including high soil salinity, irrigation water scarcity, and an arid climate, have been analyzed. Based on a comparative analysis of traditional chemical treatment methods and monitoring of crops (cotton, wheat, rice) with precision farming technologies based on UAVs, it has been proven that pesticide and defoliant consumption is reduced by 20-35%, water is saved by up to 90%, and soil compaction and crop care standards are reduced.

Recommendations have been formulated for integrating agro-drones into the structure of agricultural clusters in Karakalpakstan.
Tayanısh sózler: agrodronlar, dronlar, anıq diyqanshılıq, Qaraqalpaqstan Respublikası, multispektral monitoring, NDVI, ǵawasha, suwdı únemlew, defoliaciya.
Kalit so‘zlar: agrodronlar, UUA, aniq dehqonchilik, Qoraqalpog‘iston Respublikasi, multispektral monitoring, NDVI, g‘o‘za, suvni tejash, defoliatsiya.
Ключевые слова: агродроны, БПЛА, точное земледелие, Республика Каракалпакстан, мультиспектральный мониторинг, NDVI, хлопчатник, экономия воды, дефолиация.
Keywords: agro-drones, UAVs, precision farming, Republic of Karakalpakstan, multispectral monitoring, NDVI, cotton, water conservation, defoliation.

Kirisiw

Ózbekstan Respublikasınıń zamanagóy awıl xojalıǵı óndirisi resurslarınan nátiyjeli paydalanıw, ónimdarlıqtı arttırıw hám qorshaǵan ortalıqqa antropogen tásirdi azaytıwǵa qaratılǵan tereń texnologiyalıq transformaciya basqıshında tur. Ózbekstan Respublikası awıl xojalıǵın rawajlandırıwdıń 2020-2030-jıllarǵa mólsherlengen strategiyasında sanlastırıw hám anıq diyqanshılıq (Precision Agriculture) texnologiyaların engiziw agrosanaat kompleksin (ASK) rawajlandırıwdıń tiykarǵı baǵdarları sıpatında belgilengen.

Ushıwshısız ushıw apparatların awıl xojalıǵına engiziwdiń teoriyalıq hám ámeliy tárepleri sırt el hám elimiz ilimpazları tárepinen alıp barılmaqta. Anıq diyqanshılıq (Precision Agriculture) koncepciyasınıń rawajlanıwı C.Zhang hám J.M.Kovacs [4] lardıń fundamental miynetlerinde óz kórinisin taptı, olar jerdi aralıqtan zondlaw (JAZ), vegetaciya kartaları hám tóginlerdi differenciyalastırılǵan túrde qollanıw ushın agrodronlardan paydalanıw boyınsha dúnya tájiriybesin sistemalastırdı.

Oraylıq Aziyanıń qurǵaqlıq zonalarında topıraq qatlamınıń degradaciyası, shorlanıw hám suw resurslarınıń jetispewshiligi mashqalaların úyreniwge Q.B.Jumaniyazov [3] tárepinen bir qansha ilimiy jumısları alıp barılǵan. Onıń atap ótiwinshe, Qaraqalpaqstan Respublikasınıń gidromorf topıraqları sharayatında ádettegi dóńgelekli agrotexnika topıraqtıń joqarǵı gorizontınıń kritikalıq tıǵızlanıwın keltirip shıǵaradı, plugtıń ultanın qáliplestiredi hám shorlanǵan jerlerdiń strukturasın buzadı.

Ózbekstan agrosanaat kompleksinde ushıwshısız aviaciyanı qollanıwdı texnikalıq-ekonomikalıq tiykarlaw máseleleri A.A.Abduraximov hám R.M.Muradovlardıń izertlewlerinde kórip shıǵılǵan [2]. Ilimpazlardıń atap ótiwinshe, ushıwshı apparatlardı qollanıw arqalı ultra kishi kólemde suw sebiw (UMO) texnologiyasına ótiw jumısshı suyıqlıqtıń jumsalıwın *200-300 l/ga* nan *10-15 l/ga* ǵa shekem azaytıw imkaniyatın beredi, bul bolsa Aralboyı regionında suw resurslarınıń jetispewshiligi sharayatında úlken áhmiyetke iye.

A.X.Raximov hám B.M.Ismailovlardıń jumıslarında ǵawashanı ushıwshı apparatlar járdeminde defoliaciyalawdıń nátiyjeliligi tolıq talqılanǵan [5]. Avtorlar kopter vintleri tárepinen payda etiletuǵın tómenge túsetuǵın hawa aǵımı preparattıń japıraqlardıń tómengi qabatına kiriwin támiyinlep, góreklerdiń jetilisiwin hám ashılıwın tezlestiretuǵının, bul óz náwbetinde texnikalar tárepinen paxta paqallarınıń mexanikalıq zıyanlanıwınan zúrááttiń zaya bolıwınıń (ulıwma shiyki zattıń 5-8 % ke shekemgi bólegin quraytuǵının) aldı alınatuǵınlıǵın dálillep bergen.

Biraq, ilimiy kózqaraslarǵa qaramastan, hawa temperaturasınıń joqarı bolıwı (>35-40^{0}C) hám Qaraqalpaqstan topıraǵınıń shorlanıw dárejesiniń joqarılıǵın esapqa alǵan halda ushıw rejimleri, azıq-awqat hám defoliantlardıń jumsalıw normaların kompleksli beyimlestiriw máseleleri jeterli dárejede úyrenilmegen, bul bolsa óz náwbetinde bizler alıp barıp atırǵan jumıslardıń áhmiyeti hám maqsetin belgilep beredi.

Qaraqalpaqstan Respublikası tábiyiy-klimat sharayatınıń oǵada qatańlıǵı: *kontinental qurǵaq klimat, temperaturanıń keskin ózgeriwi, topıraqtıń shorlanıw dárejesiniń joqarılıǵı hám Aralboyı regionınıń ekologiyalıq krizisi menen keskinlesiwshi suw resurslarınıń jetispewshiligi menen ajıralıp turadı*.

Tiykarǵı awıl xojalıǵı eginlerin (paxta, biyday, salı) jetistiriwdiń ámeldegi texnologiyaları úlken miynet, energiya hám materiallıq qárejetlerdi talap etedi, ximiyalıq qurallar hám suwdıń úlken shıǵınları menen birge alıp barıladı.

Bunday sharayatta monitoring, ultra kishi kólemli (UKK) hám tógin beriw ushın ushıwshısız ushıw apparatların (agrodronlar) qollanıw eń perspektivalı ilimiy-ámeliy sheshimlerden biri bolıp esaplanadı.

Materiallar hám metodlar

Qaraqalpaqstannıń awıl xojalıǵı jerleriniń topıraǵınıń shorlanıwı (gidromorf hám avtomorf shor topıraqlar) hám Ámiwdárya basseyni kanalları arqalı jetkerip beriletuǵın suwǵarıw suwınıń jetispewshiligi sharayatında jumıs alıp baradı.

Aymaqta ádettegi diyqanshılıqtıń tiykarǵı mashqalaları:

Topıraqtıń artıqsha tıǵızlanıwı hám degradaciyası: ósimliklerdiń tamır sistemasınıń normal rawajlanıwına tosqınlıq tuwdırıwshı awır dóńgelekli hám gusenicalı texnika qurallarınan paydalanıp, islew beriw, ximiyalıq jaqtan qorǵaw hám de defoliaciyalawda topıraq strukturasınıń buzılıwı, onıń tıǵızlıǵınıń artıwı, «plug taban»ınıń payda bolıwına alıp keledi.

Ximiyalıq islewlerdiń nátiyjeliligi tómen: ádettegi topıraqqa sebiwde 30% ten 50% ke shekem pesticidler hám defoliantlardıń jumısshı eritpesi topıraqqa aǵıp shıǵadı yamasa hawanıń joqarı temperaturası tásirinde puwlanadı (+35-40°C).

Monitoringtiń bir tegis emesligi hám quramalılıǵı: úlken kólemdegi paxta hám salı atızları (mısalı, Qanlıkól, Ellikqala, Shımbay hám Ámiwdárya rayonları) zıyankesler (paxta gúbelegi, órmekshi kene hám t.b.) hám keselliklerdiń tarqalıw ornların erte basqıshlarda óz waqtında anıqlawdı qıyınlastıradı.

Mexanikalıq zıyanlanıwlardan zúrááttiń joǵalıwı: traktor búrkegishleri paxta atızlarınan ótkende vegetaciyanıń juwmaqlawshı basqıshlarında (defoliaciyadan aldın) 5-8% ke shekem túp hám kósekler zıyanlanıp, túsip ketedi.

A**grodronlardı qollanıwdıń metodologiyası hám texnologiyalıq tiykarları.** Qaraqalpaqstan Respublikası fermer xojalıqları hám agroklasterlerinde ósimliklerdi qorǵaw quralları (ÓQQ), defoliantlardı qollanıw, sonday-aq, eginlerdiń jaǵdayın operativ differenciallastırılǵan monitoring etiw processleri izertlew obektleri sıpatında qaralmaqta.

UUA-lardı qollanıwdıń ilimiy-texnologiyalıq kompleksi eki tiykarǵı baǵdardı óz ishine aladı:

1. Multispektral monitoring hám indeks analizi (NDVI, NDRE). Multispektral kameralar (Green, Red, Red Edge, NIR diapazonları) menen úskenelengen agrodronlar eginlerdi 2-5 sm/pikselge shekemgi keńislikte súwretke alıw imkaniyatın beredi. Alınǵan maǵlıwmatlar tiykarında normalanǵan vegetativlik indeksi (NDVI) esaplanadı:

$$NDVI = \frac{NIR - RED}{2\,NIR + RED}$$

Qaraqalpaqstannıń shorlanǵan topıraqları sharayatı ushın ǵawashanıń tıǵız hám keshki vegetaciya fazalarında xlorofill muǵdarın anıǵıraq bahalawǵa múmkinshilik beretuǵın NDRE (Normalized Difference Red Edge Index) indeksi tiykarǵı áhmiyetke iye. Maydanlardı sanlastırıw arqalı 10-15 minutta vegetaciya kartasın qáliplestiriw, azot jetispewshiligi, duz stressleri hám zıyankesler oshaqların ajıratıw múmkin.

Anıq qorǵaw algoritminiń sxeması: UUAdı multispektrallıq súwretke alıw (NDVI/NDRE kartası) → zıyankesler/stress orayların lokalizaciyalaw (GIS-tallaw) → ushatuǵın UUA ushın ushıw tapsırmasın qáliplestiriw → tochkalı ultra kishi kólemli usıw (UKB).

Ultra kishi kólemde (UKK) búrkiw texnologiyası. Atızlardı búrketuǵın agrodronlar (júk kóteriwsheńligi *20-50 litr*) menen qayta islewde ushıwshı apparatlar propellerleri tárepinen payda etiletuǵın tómenge túsetuǵın hawa aǵımı (downwash) tásirinde tamshılap tarqatıw (100-250 mkm) texnologiyasınan paydalanıladı. Hawa aǵımı ǵawasha yamasa biyday japıraǵınıń qabatın bir-birinen uzaqlastırıp, preparattıń japıraqtıń joqarǵı hám tómengi tárepine shógiwin támiyinleydi.

Nátiyjeler

Qaraqalpaqstan sharayatında agrodronlardan paydalanıwdı modellestiriw hám tájiriybe maǵlıwmatları tiykarında nátiyjeliliktiń tiykarǵı texnikalıq-ekonomikalıq hám agronomlıq kórsetkishleri keltirip shıǵarıldı, yaǵnıy:

1. Suw resursları hám ximikatlardı únemlew. Ádettegi traktorlıq búrkiwde jumıs suyıqlıǵınıń sarıplanatuǵın norması *200-400 l/ga*. Agrodronlar ultra-kishi kólemli búrkegish (UKB) texnologiyası menen qollanılǵanda *10-20 l/ga* ǵa shekem azayadı. Regionda suwdıń qatań jetispewshiligi sharayatında búrkiw ushın suwdıń jumsalıwın 90-95% ke azaytıw múmkin.

1-keste. Traktorlı búrkiw hám agrodronlar menen búrkiw kórsetkishleri

Kórsetkishleri	Traktorlı búrkiw	Agrodronlar menen búrkiw	Nátiyje
1 ga suw sarpı	200-300 litr	10-15 litr	95 % ke tómenlew
ÓQQ/defoliant sarplanıw norması	100 % (standart)	75-85 %	15-25 % únemlew
Eginlerdiń zıyanlanıwı	3-7 %	0 %	Zúráátti saqlaw
Topıraqtıń tıǵızlanıwı	Joqarı	Joq	Strukturasın saqlaw
Ónimdarlıq	20-40 ga/smena	80-120 ga/smena	2,5-3 ese ósiwi

2. Qaraqalpaqstanda ǵawashanıń japıraqların túsiriwdiń ózine tán ózgeshelikleri. Ǵawashanı mashina terimine tayarlawdıń eń nátiyjeli agrotexnologiyalıq basqıshı – defoliaciya. Klimat ózgerislerine baylanıslı Qaraqalpaqstanda kóbinese gúzgi suwıq keskin túsedi hám qısqa agrotexnikalıq múddetlerde (5-7 kún) defoliaciya ótkeriwdi talap etedi, al dronlardan paydalanıw topıraǵı joqarı dárejede ıǵal bolǵan, awır texnikalar atızǵa kire almay atırǵan waqıtta suwǵarıwdan keyin dárhal qayta islewdi ámelge asırıw imkaniyatın beredi.

Sputnik maǵlıwmatları hám ushıwshısız ushıwshı apparatlar (UUA) járdeminde multispektrallıq súwretke alıw arqalı atızlardıń shorlanıwınıń anıq kartaları jaratıladı. Bul biostimulyatorlar hám mikro tóginlerdi tek ósimliklerdiń duz tásirinen zıyanlanǵan jerlerine ǵana differenciallap beriw imkaniyatın beredi, yaǵnıy dárilik zatlardıń kóp sarplanıwına jol qoymaydı.

Juwmaqlar hám usınıslar. Qaraqalpaqstan Respublikası agrosanaat kompleksinde agrodronlardı engiziw resurslardı únemlew hám qurǵaq klimat hám shorlanǵan topıraqlarǵa beyimlesiw kózqarasınan tolıq tiykarlanǵan.

Resurs nátiyjeliligi boyınsha dronlı ultra kishi kólemli (UKK) búrkiw texnologiyası suwdıń jumsalıwın 90 % ten artıq qısqartıw, paydalanılatuǵın ximiyalıq qurallardıń kólemin 15-25 % ke azaytıw hám de dóńgelekli traktorlar hám awıl xojalıǵı mashinalarınıń ótiwinen zúrááttiń joǵalıwın (5-7 % ke shekem) saplastırıw imkaniyatın beredi.

Ámelge asırıw ushın usınıslar:

Agroxızmetler orayların (AXO) shólkemlestiriw: aymaqtaǵı iri paxta-toqımashılıq hám klasterler janında arnawlı ushıwshı apparat otryadların qáliplestiriw maqsetke muwapıq.

Kadrlar tayarlaw: Qaraqalpaqstan awıl xojalıǵı hám agrotexnologiyalar institutı negizinde agrodron operatorları hám GIS-analiz boyınsha qánigeler tayarlaw kursların shólkemlestiriw.

Shorlanıwdı kartalastırıw: mineral tóginlerdiń beriliw normaların korrekciyalaw maqsetinde báhárde egin egiwden aldın hám ǵumshalaw dáwirinde atızlardı májbúriy túrde multispektrallıq súwretke alıwdı jolǵa qoyıw.

Paydalanılǵan ádebiyatlar dizimi

1. Постановление Президента Республики Узбекистан No ПП-4575 «О мерах по реализации задач, определенных в Стратегии развития сельского хозяйства Республики Узбекистан на 2020-2030 годы.»

2. Абдурахимов А.А., Мурадов Р.М. Применение цифровых технологий и БПЛА в точном земледелии. Журнал «Сельское хозяйство Узбекистана» (Сельское хозяйство Узбекистана). Ташкент, 2022. - No 4. - С. 18-22
3. Джуманиязов К.Б. Особенности землепользования и повышения плодородия засоленных почв Республики Каракалпакстан. // Вестник ККОС АН РУз. Нукус, 2021. - No 2. - С. 45-49.
4. Zhang C., Kovacs J.M. *The application of small unmanned aerial systems for precision agriculture: a review.* // Precision Agriculture. - 2012. - Vol. 13. - No. 6. - P. 693-712.
5. Рахимов А.Х., Исмаилов Б.М. Эффективность применения беспилотных летательных аппаратов при дефолиации хлопка в условиях Приаралья. Труды ТашГАУ – Ташкент, 2023. - Вып. 3. - с. 112-117