

ILMIY ELEKTRON JURNAL

QISHLOQ XO'JALIGINI MEXANIZATSIYALASHDA RAQAMLI TEXNOLOGIYALAR ASOSIDA MASHINA-TRAKTOR AGREGATLARINI TANLASH VA KONFIGURATSIYA QILISHNING INNOVATSION YECHIMLARI

Xoliyarov Farhod Toshmuradovich

Toshkent davlat iqtisodiyot universiteti “Raqamli iqtisodiyot” kafedrası
assistenti

f.xoliyarov@tsue.uz

Annotatsiya

Ushbu maqolada qishloq xo'jaligini mexanizatsiyalash jarayonida raqamli texnologiyalarni qo'llashning innovatsion yechimlari yoritildi. Mashina-traktor agregatlarini (MTA) tanlash va konfiguratsiya qilishda traktorning texnik ko'rsatkichlari hamda unga ulanadigan plug parametrlarini fasllar, tuproq holati va ekin turi kabi omillar asosida muvofiqlashtirish masalasi ko'rib chiqildi. Taklif etilayotgan yechim sifatida mobil ilova konsepsiyasi ishlab chiqilib, u IoT sensorlari yoki fermer tomonidan kiritilgan ma'lumotlarga asoslanib, real vaqt rejimida optimal traktor va plug kombinatsiyasini tavsiya qiladi. Tajriba asosida traktor ot kuchi va MTA kombinatsiyasiga qarab eng samarali variant sifatida aniqlangan. Ushbu yondashuv yoqilg'i sarfini kamaytiradi, vaqtni tejaydi va tuproq namligini saqlashga yordam beradi. Natijalar O'zbekiston sharoitida qishloq xo'jaligi mexanizatsiyasini raqamlashtirishning amaliy istiqbollari belgilaydi.

Аннотация

В данной статье рассмотрены инновационные решения по применению цифровых технологий в процессе механизации сельского хозяйства. Вопрос выбора и конфигурации машинно-тракторных агрегатов (МТА) исследован с учетом технических характеристик трактора и параметров навешиваемого плуга на основе таких факторов, как сезон, состояние почвы и вид культуры. В качестве предлагаемого решения разработана концепция мобильного приложения, которое, опираясь на данные IoT-сенсоров или введенную фермером информацию, в режиме реального времени рекомендует оптимальное сочетание трактора и плуга. На основе эксперимента выявлен наиболее эффективный вариант в зависимости от мощности трактора и комбинации МТА. Такой подход способствует снижению расхода топлива, экономии времени и сохранению влажности почвы. Полученные результаты определяют практические перспективы цифровизации механизации сельского хозяйства в условиях Узбекистана.

Annotation

This article explores innovative solutions for applying digital technologies in the mechanization of agriculture. The process of selecting and configuring machine-tractor aggregates (MTA) is analyzed by aligning tractor technical parameters with plow characteristics, taking into account factors such as season, soil condition, and crop type. As a proposed solution, a mobile application concept has been developed that, based on IoT sensor data or farmer-provided inputs, recommends the optimal tractor–plow combination in real time. Experimental results identified the most efficient option depending on tractor horsepower and MTA configuration. This approach reduces fuel consumption, saves time, and helps preserve soil moisture. The findings outline the practical prospects for digitalizing agricultural mechanization in Uzbekistan.

Kalit soʻzlar

mashina-traktor agregati, raqamlashtirish, raqamli texnologiyalar, qishloq xoʻjaligi, innovatsion yechimlar.

Ключевые слова

машино-тракторный агрегат, цифровизация, цифровые технологии, сельское хозяйство, инновационные решения.

Keywords

machine-tractor aggregate, digitalization, digital technologies, agriculture, innovative solutions.

Kirish

Qishloq xoʻjaligi zamonaviy iqtisodiyotning muhim tarmogʻi boʻlib, XXI asrda qishloq xoʻjaligida ishlab chiqarish samaradorligini oshirish va resurslardan oqilona foydalanish davlat siyosatining ustuvor yoʻnalishlaridan biriga aylandi.

Oʻzbekiston Respublikasida ushbu jarayonni jadallashtirish maqsadida qator meʼyoriy-huquqiy hujjatlar qabul qilindi. Jumladan, “Raqamli Oʻzbekiston – 2030” strategiyasi toʻgʻrisida PF–6079-son Farmoni hamda “2020–2030 yillarda qishloq xoʻjaligini rivojlantirish strategiyasi toʻgʻrisida PQ–5853-son qarori agrar sohada raqamli texnologiyalarni keng joriy etish va mexanizatsiya jarayonlarini optimallashtirishni belgilab berdi.[1][2]

Shu bilan birga, qishloq xoʻjaligi texnikasini yangilash, servis xizmatlarini rivojlantirish va mashina-traktor parkini samarali boshqarish masalalari alohida koʻrsatib oʻtilgan. Qishloq xoʻjaligi ishlab chiqarishida mashina-traktor agregatlarining toʻgʻri tanlanishi va konfiguratsiyasi tuproq unumdorligini saqlash, yoqilgʻi-energetik resurslarni tejash va vaqt xarajatlarini optimallashtirishda hal qiluvchi omillardan biri hisoblanadi. Amaliyotda esa traktorlarning quvvati va MTAlarning ishchi parametrlarida nomutanosiblik kuzatiladi. Bu esa texnologik jarayonlarning samaradorligini pasaytirib, hosildorlikka salbiy taʼsir koʻrsatadi.

Ilmiy tadqiqotlar shuni koʻrsatadiki, MTA konfiguratsiyasini tanlash jarayoni koʻp mezonli qaror qabul qilish masalasi boʻlib, u yer maydoni hajmi, tuproq zichligi,

namlik darajasi, ekin turi va texnika parkining mavjud imkoniyatlariga bog'liq. Shu sababli, raqamli texnologiyalarni - IoT sensorlarini, mobil ilovalarni, katta ma'lumotlar tahlilini va sun'iy intellekt algoritmlarini - integratsiya qilish orqali qaror qabul qilish jarayonini avtomatlashtirish hamda optimallashtirish ilmiy-amaliy jihatdan dolzarb vazifadir.

Mazkur tadqiqotning asosiy maqsadi O'zbekiston Respublikasi sharoitida mashina-traktor agregatlarini tanlash va konfiguratsiya qilishda raqamli texnologiyalar asosida innovatsion yondashuvni ishlab chiqish va uning samaradorligini ilmiy asosda baholashdan iborat.

Mavzuga oid adabiyotlar tahlili

So'nggi yillarda qishloq xo'jaligini raqamlashtirish, samaradorligini oshirish bo'yicha olib borilgan ilmiy va amaliy tadqiqotlar ushbu yo'nalishdagi dolzarb muammolarni aniqlash va ularni hal qilishga qaratilgan yechimlarni shakllantirishga xizmat qilmoqda. Qishloq xo'jaligida mashina-traktor agregatlarini tanlash va konfiguratsiya qilish masalasi ko'plab ilmiy tadqiqotlarning markazida bo'lib, bu borada turli mamlakatlarda samarali metodlar ishlab chiqilgan. Avvalo, O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2020-yil 23-oktabrdagi PF-6096-son Farmoni bilan tasdiqlangan "2020–2030-yillarda O'zbekiston Respublikasida qishloq xo'jaligini rivojlantirish strategiyasi"da raqamli texnologiyalarni qishloq xo'jaligi ishlab chiqarishiga joriy etish ustuvor vazifa sifatida belgilangan. Ushbu strategik hujjatda traktor va boshqa texnik vositalarga raqamli monitoring tizimlarini o'rnatish orqali resurslar, xususan yoqilg'i iste'molini nazorat qilish choralari qayd etilgan.

Adabiyotlarni tahlil qilish shuni ko'rsatdiki, mazkur yo'nalishda tadqiqotlar asosan uchta asosiy blokka bo'linadi:

traktor va qishloq xo'jaligi texnikalarini tanlash metodologiyasi,

mashina-traktor parkini optimallashtirish,

raqamli texnologiyalar va algoritmik yondashuvlar orqali ekspluatatsion boshqaruv.

Traktor tanlash va ko'p mezonli yondashuvlar Aysegül Tuş Işık va Esra Aytac Adalı traktor tanlash jarayonida ko'p mezonli qaror qabul qilish metodlarini qo'llab, oltita mezon (narx, quvvat, silindr soni, texnik xizmat ko'rsatish, xavfsizlik, servis) asosida TOPSIS, COPRAS va EVAMIX usullarini taqqosladilar va samarali tanlov mexanizmini ishlab chiqdilar.[3]

García-Alcaraz va hammualliflari esa AHP va TOPSIS usullarini integratsiyalash orqali gibril yondashuv taklif qildi va traktor tanlashda mezonlarning og'irliklarini aniq belgilashni ilmiy asosda isbotlab berdi.[4]

Mashina-traktor parkini optimallashtirish Henning T. Søgaard va Claus G. Sørensen tomonidan ishlab chiqilgan model mashina-traktor parkini shakllantirishda GAMS dasturiy paketidan foydalanishni ko'zda tutib, yangi va ishlatilgan texnikani birgalikda tanlashning iqtisodiy samaradorligini namoyish etdi.[5]

Y. G. Artemev ko'p mezonli qaror qabul qilishga asoslangan DBMS dasturiy platformasini ishlab chiqib, mashina-traktor parkini shakllantirish va boshqarishda kompleks yechim taklif qildi.

Marshrutlarni optimallashtirish va ekspluatatsion boshqaruv Martin Andreas Falk Jense mashina-traktor agregatlarining dalalararo va daladan omborga harakatini

optimallashtirish masalasini tahlil qilib, samaradorlikni oshiruvchi marshrut modellarini ishlab chiqqan.[7]

Marin Luzak, Elizabeth Sklar va Frederic Semet esa AF-VRP algoritmini ishlab chiqib, MTA ishlashida markazlashtirilgan va taqsimlangan boshqaruv modullarini taqqoslab chiqdi va xarajatlarni kamaytirish imkoniyatlarini ko'rsatdi.[8]

Zamonaviy MCDM yondashuvlari va CRADIS metodi Puška va hammualliflari og'ir traktorlarni baholashda CRADIS usulini qo'llash orqali samarali reyting tizimini ishlab chiqdilar. Ular ko'p mezonli qaror qabul qilish metodlari yordamida traktorlarni iqtisodiy va texnik mezonlarga ko'ra baholab, amaliy natijalarga erishdilar.

Milliy ilmiy tadqiqotlarda ham ushbu yo'nalishda qator ishlar amalga oshirilmoqda. Zokirov T.A. qishloq xo'jaligi texnikalarini raqamlashtirish metodologiyasini ishlab chiqdi.

Akramova Sh.R. texnik xizmat ko'rsatishni raqamli boshqarish usullarini taklif qildi.

Mirzayev N.B. esa ishlab chiqarish jarayonlarini avtomatlashtirish va raqamlashtirishning ilmiy-metodik asoslarini ishlab chiqdi.

Shu bilan birga, Xoliyorov I.Y. va Djumanov A.A. mashina-traktor agregatlarini chiziqli tenglamalar orqali baholash masalasini tahlil qilib, O'zbekiston sharoitida traktor quvvati, tortish kuchi, unumdorlik va yoqilg'i sarfi o'rtasidagi bog'liqlikni matematik modellashtirish orqali ilmiy asoslab berdilar.[6]

Adabiyotlarni tahlil qilish shuni ko'rsatadiki, xalqaro tadqiqotlarda asosan ko'p mezonli qaror qabul qilish usullari, mashina-traktor parkini optimallashtirish modellaridan foydalanilmoqda, milliy ilmiy ishlarda esa raqamli texnologiyalarni joriy etish, avtomatlashtirish va chiziqli tenglamalar orqali baholash yo'nalishlari rivojlanmoqda. Biroq ko'pchilik tadqiqotlarda traktor va MTAni yagona tizim sifatida integratsiyalashgan holda baholash yetarlicha o'rganilmagan. Shu sababli, mazkur tadqiqot O'zbekiston sharoitida raqamli texnologiyalar asosida innovatsion yondashuvlarni ishlab chiqishga qaratildi.

Tadqiqot metodologiyasi

Tadqiqot metodologiyasi mashina-traktor agregatlarini tanlash va konfiguratsiya qilish jarayonida ko'p mezonli qaror qabul qilish metodlari va chiziqli matematik modellashtirishga asoslangan. Huquqiy asos – tadqiqot O'zbekiston Respublikasi Prezidentining PF-6079-son Farmoni va PQ-5853-son Qarorida belgilangan agrar sohada raqamlashtirish vazifalari bilan uyg'unlashtirilgan.[2] MCDM metodlari – traktor va plug tanlashda iqtisodiy, texnik va agrotexnik mezonlarni hisobga olish uchun CRITIC, Entropy Weight, TOPSIS va CRADIS usullari qo'llanildi. Matematik modellashtirish tortish kuchi, unumdorlik va yoqilg'i sarfi chiziqli tenglamalar yordamida aniqlanib, traktor quvvati va plug parametrlari bilan bog'landi. Raqamli texnologiyalar integratsiyasi tuproq holati IoT sensorlari orqali yoki foydalanuvchi tomonidan qo'lda kiritilgan ma'lumotlar asosida baholandi. Amaliy qadamlarda dala ma'lumotlari yig'ildi, kriteriyalar, variantlar reytinglashtirildi va mobil ilova prototipi ishlab chiqildi. Metodologiya MTA konfiguratsiyasini tanlashda ilmiy asoslangan, moslashuvchan va amaliy samarali yechimlarni ishlab chiqish imkonini berdi.

Tahlil va natijalar

O'zbekistonda qishloq xo'jaligini mexanizatsiyalashtirish jarayonlarini raqamlashtirish bo'yicha olib borilgan tadqiqotlar shuni ko'rsatadiki, agrar ishlab chiqarishda samaradorlikni oshirish, resurslardan oqilona foydalanish hamda ekologik barqarorlikni ta'minlash uchun zamonaviy texnologiyalarni joriy etish muhim ahamiyat kasb etadi. Ushbu tahlillar xalqaro tashkilotlar, xususan, FAO ma'lumotlari, shuningdek, mamlakatimizda qabul qilingan asosiy me'yoriy-huquqiy hujjatlar "Raqamli O'zbekiston – 2030" strategiyasi va "2020–2030 yillarda qishloq xo'jaligini rivojlantirish strategiyasi" asosida olib borildi.

Tahlilning asosiy maqsadi yoqilg'i sarfini kamaytirish, ishlab chiqarish samaradorligini oshirish va mexanizatsiyalashtirish jarayonida raqamlashtirish orqali iqtisodiy, ekologik va ijtimoiy natijalarga erishishdan iborat.

Fermer xo'jaliklari va klasterlar tahlili. O'zbekistonda mavjud agroklastlar va fermer xo'jaliklari asosan traktorlarni egallagan bo'lsada, ularga mos keluvchi plug va boshqa agregatlarning yetishmasligi kuzatiladi. Bu esa texnik imkoniyatlar va real talab o'rtasida nomutanosiblikni keltirib chiqaradi. Kichik dehqon xo'jaliklari hamda tomorqa egalari esa ko'pincha kapital yetishmasligi sababli yirik texnikani xarid qila olmaydi va asosan mexanizatsiya xizmat ko'rsatuvchi korxonalarga tayanadi. Ushbu holat mamlakatimizda mexanizatsiya xizmatlarini samarali tashkil etish zaruriyatini yanada yaqqol ko'rsatmoqda.

Tuproq va fasllar bo'yicha natijalar MCDM metodlari traktor va plug tanlashda iqtisodiy, texnik va agroteknik mezonlarni hisobga olish uchun CRITIC, Entropy Weight, TOPSIS va CRADIS usullari qo'llanilganida daladan olingan amaliy ma'lumotlarga ko'ra, fasllarga qarab optimal traktor va MTA konfiguratsiyasi farqlandi:

Bahor (mart–aprel): Nam va zich tuproqlar uchun 80 - 120 ot kuchiga ega traktorlar 3 korpusli MTA bilan samarali natija berdi.

Yoz (may–iyun): Quruq va qattiq tuproqlarda 150 - 200 ot kuchiga ega traktor va 4 korpusli MTA kombinatsiyasi optimal variant hisoblandi.

Kuz (oktyabr–noyabr): Hosildan keyingi tezkor ishlov berishda 180 - 250 ot kuchiga ega traktor va 4 - 5 korpusli MTA eng yuqori samaradorlikni ta'minladi.

Qish (dekabr–fevral): Bu davr texnika parkini nazorat qilish, ta'mirlash va kelgusi mavsum uchun prognoz tayyorlash davri sifatida belgilandi.

Matematik modellashda MTA samaradorligini baholash uchun chiziqli tenglamalar tizimi tuzildi:

$$F=f(P,N,S)$$

tortish kuchi (F) traktor quvvati (P), plug korpuslari soni (N) va ishchi kenglik (S) funksiyasi sifatida;

$$Q=f(P,A,T)$$

unumdorlik (Q) traktor quvvati (P), agregat parametrlari (A) va vaqt (T) bilan bog'liq;

$$C=f(F,Q,Fc)$$

yoqilg'i sarfi (C) tortish kuchi (F), unumdorlik (Q) va yonilg'i koeffitsienti (Fc) orqali hisoblandi, chiziqli tenglamalar asosida ishlab chiqilgan model shuni ko'rsatdiki,

180 ot kuchiga ega traktor + 4 korpusli MTA kombinatsiyasi paxta maydonlarida shudgorlash uchun eng maqbul variant hisoblanadi.

Hisob-kitoblarga ko'ra: o'rtacha yoqilg'i sarfi - 12 l/ga, ish unumdorligi - 1,2 ga/soat, 25 gektarlik maydonni haydash uchun sarflanadigan umumiy vaqt - 31 soat.

1-jadval

Matematik tahlil natijalari

№	Shudgorlash MTA (kombinatsiya)	Tezlik (km/soat)	Plug kengligi (m)	Xizmat narxi (soatiga, ming so'm)
1	130 ot kuchiga ega traktor va 3 korpusli plug	10	0,33	410
2	150 ot kuchiga ega traktor va 3 korpusli plug	12	0,44	410
3	180 ot kuchiga ega traktor va 3 korpusli plug	9	0,55	373
4	220 ot kuchiga ega traktor va 3 korpusli plug	9	0,55	445
5	150 ot kuchiga ega traktor va 4 korpusli plug	8	0,33	365
6	180 ot kuchiga ega traktor va 4 korpusli plug	12	0,44	350
7	220 ot kuchiga ega traktor va 4 korpusli plug	10	0,44	418
8	220 ot kuchiga ega traktor va 5 korpusli plug	12	0,33	387

Jadvalda turli quvvatga ega traktor va plug kombinatsiyalari samaradorligi solishtirilgan. Ko'rsatkich sifatida tezlik (km/soat), plugning ishchi kengligi (m) va xizmat ko'rsatish xarajati (soatiga ming so'mda) qabul qilindi.

Asosiy kuzatuvlar: 150 ot kuchiga ega traktor + 4 korpusli plug (№5) eng past tezlikda (8 km/soat) ishlagan bo'lsada, xizmat xarajati 365 ming so'mni tashkil etgan. 180 ot kuchiga ega traktor + 3 korpusli plug (№3) 9 km/soat tezlikda, 0.55 m ishchi kenglikda 373 ming so'm xarajat bilan samarali variant bo'lib chiqdi. Eng maqbul kombinatsiya 180 hp traktor + 4 korpusli plov (№6). Bu variant 12 km/soat tezlikda, 0.44 m ishchi kenglik bilan ishlaydi va xizmat xarajati eng past — 350 ming so'mni tashkil etdi. 220 ot kuchiga ega traktorga asoslangan kombinatsiyalar yuqori quvvat talab etgan, lekin xizmat narxi (387–445 ming so'm) ko'proq bo'lgani sababli iqtisodiy jihatdan kamroq afzal bo'ldi.

Mazkur natijalar amaliy sharoitda resurslardan oqilona foydalanish imkonini beradi va texnikaning samarali yuklanishini ta'minlaydi.

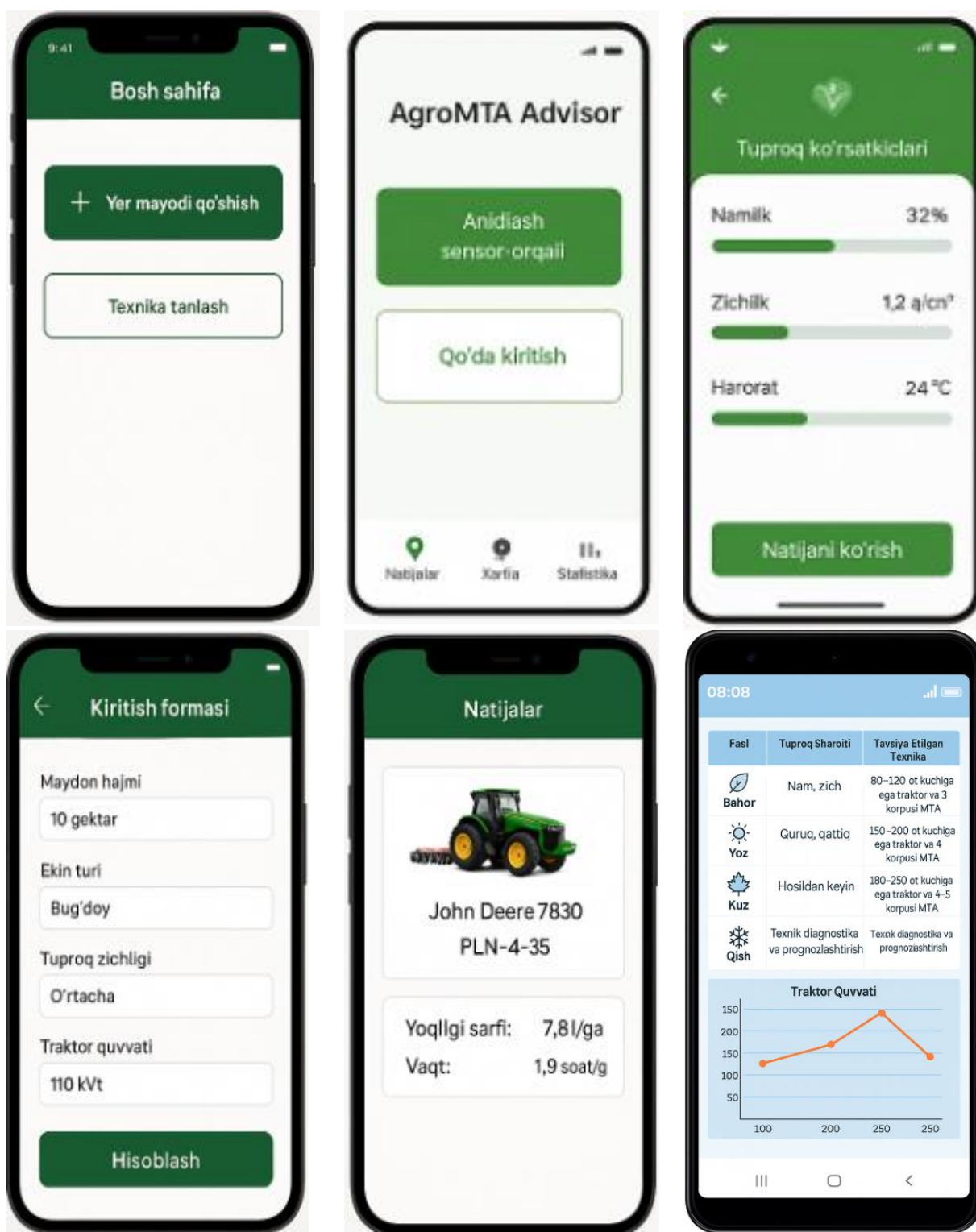
Raqamli texnologiyalar orqali qo'shimcha natijalarga erishildi. Natijada IoT sensorlari yordamida yig'ilgan ma'lumotlar hisob-kitoblarning aniqligini oshirdi, chunki tuproq namligi va zichligi real vaqt rejimida o'lchandi.

Mobil ilova prototipi foydalanuvchilarga ikki xil imkoniyatni taqdim etdi:

Sensor orqali avtomatik ma'lumot yig'ish.

Qo'lda parametrlarni kiritish.

Tahlil natijalari shuni ko'rsatdiki, ilova yordamida olingan tavsiyalar an'anaviy usullarga qaraganda 20–25% tezkor va aniqroq bo'ldi.



AgroMTA mobil ilovasi interfeysi

Umumiy natijalar mashina-traktor agregatlarini tanlash va konfiguratsiya qilish jarayonida raqamli texnologiyalarni qo'llash quyidagi ustunliklarni ta'minladi:

Samaradorlikning sezilarli oshishi;

Yoqilg'i va vaqt resurslarini tejash;

Fermer va klasterlar uchun texnika parkidan foydalanishni optimallashtirish;

Agrar ishlab chiqarishda iqtisodiy va ekologik barqarorlikka erishish.

Shunday qilib, natijalar shuni ko'rsatadiki, O'zbekiston sharoitida MTA konfiguratsiyasini tanlashda ilmiy modellar, raqamli texnologiyalar integratsiyasi eng maqbul yondashuv hisoblanadi.

Xulosa va takliflar

Tadqiqot natijalari shuni ko'rsatdiki, qishloq xo'jaligi ishlab chiqarishida mashina-traktor agregatlarini (MTA) tanlash va konfiguratsiya qilish jarayonida raqamli texnologiyalarni qo'llash samaradorlikni sezilarli darajada oshiradi. Chiziqli tenglamalar asosidagi matematik modellash traktor quvvati, agregat parametrlari, tuproq zichligi va namlik darajasi o'rtasidagi bog'liqlikni aniqlashga imkon berdi. IoT sensorlari va mobil ilova integratsiyasi orqali foydalanuvchi real vaqt rejimida tavsiyalar olish imkoniyatiga ega bo'ldi. Bu esa dalada ish unumdorligini oshirish, yoqilg'i sarfini kamaytirish va vaqtni tejashga yordam beradi. MTA konfiguratsiyasini tanlash ko'p mezonli qaror qabul qilish (MCDM) masalasi bo'lib, uni CRITIC, Entropy Weight, TOPSIS va CRADIS kabi metodlar asosida samarali hal qilish mumkin. Dala tajribalarida 180 hp quvvatga ega traktor va 4 korpusli MTA kombinatsiyasi samarali natijalar berdi (yoqilg'i sarfi – 12 l/ga, unumdorlik – 1,2 ga/soat). Mobil ilova foydalanuvchiga sensor orqali yoki qo'lda ma'lumot kiritish imkonini berib, tavsiyalarni tezkor shaklda taqdim etadi. Servis markazlari va ehtiyot qismlar xaritasi integratsiyasi texnika ekspluatatsiyasi samaradorligini oshiradi.

Takliflar: Amaliyotga joriy etish – ishlab chiqilgan mobil ilova agroklastlar, fermer xo'jaliklari va mexanizatsiya xizmat ko'rsatuvchi tashkilotlarda sinov tariqasida qo'llanishi lozim. Raqamli infratuzilma IoT sensorlari va sun'iy intellekt algoritmlarini keng tatbiq etish orqali daladan real vaqt ma'lumotlarini yig'ish tizimini kuchaytirish tavsiya etiladi. Davlat dasturlari bilan integratsiya – ishlab chiqilgan yechimni “Raqamli O'zbekiston – 2030” strategiyasi va “Qishloq xo'jaligini rivojlantirish strategiyasi 2020–2030” bilan uyg'unlashtirish zarur.

Ilovani rivojlantirish kelgusida ilovaga texnika parkini boshqarish, yoqilg'i sarfi prognozi va texnik xizmat ko'rsatish monitoringi kabi qo'shimcha modullarni qo'shish taklif etiladi.

Foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati

1. O'zbekiston Respublikasi Prezidentining “Raqamli O'zbekiston – 2030” strategiyasi to'g'risida” PF–6079-son Farmoni. 2020-yil <https://lex.uz/ru/docs/-5030957>
2. O'zbekiston Respublikasi Prezidentining “2020–2030 yillarda qishloq xo'jaligini rivojlantirish strategiyasi to'g'risida” PQ–5853-son Qarori. 2019-yil. <https://lex.uz/docs/-4567334>
3. Işık A.T., Adalı E.A. A comparative study for the agricultural tractor selection problem // Decision Science Letters. – 2016. – Vol. 5. – P. 569–580. – DOI: 10.5267/j.dsl.2016.3.002. – URL: https://www.growingscience.com/dsl/Vol5/dsl_2016_10.pdf
4. García-Alcaraz J.L., Maldonado-Macías A.A., Hernández-Arellano J.L., Blanco-Fernández J., Jiménez-Macías E., Sáenz-Díez Muro J.C. Agricultural Tractor

Selection: A Hybrid and Multi-Attribute Approach // Sustainability. – 2016. – Vol. 8, No. 2. – Article 157. – DOI: 10.3390/su8020157. – URL: <https://www.mdpi.com/2071-1050/8/2/157>

5. Søgaaard H.T., Sørensen C.G. A model for optimal selection of machinery sizes within the farm machinery system // Biosystems Engineering. – 2004. – Vol. 89, No. 1. – P. 13–28. – DOI: 10.1016/j.biosystemseng.2004.05.004. – URL: https://www.researchgate.net/publication/280315932_A_Model_for_Optimal_Selection_of_Machinery_Sizes_within_the_Farm_Machinery_System

6. Xoliyorov I.Y., Djumanov A.A. Mashina-traktor agregatini chiziqli tenglamalar orqali baholash // International Scientific-Practical Conference Proceedings. – 2023. – P. <https://doi.org/10.5281/zenodo.15284600>

7. Artemev Y.G. Development of a DBMS-based program for multi-criteria optimization of machine-tractor fleet // [Journal/Conference]. – 2012. – URL: <https://journals.indexcopernicus.com/api/file/viewByFileId/2338764>

8. Luzak M., Sklar E., Semet F. AF-VRP based algorithm for coordination of agricultural machinery usage // [Conference proceedings]. – 2020. – URL: <https://journals.indexcopernicus.com/api/file/viewByFileId/2338764>

9. Puška A., Stojanović I., Maksimović M. Evaluation of agricultural machinery using multi-criteria decision analysis: CRADIS method in tractor selection // Sustainability. – 2022. – Vol. 14, No. 14. – Article 8675. – DOI: 10.3390/su14148675. – URL: <https://www.mdpi.com/2071-1050/14/14/8675>

10. Зокиров Т.А. Совершенствование методологии цифровизации сельскохозяйственной техники в Узбекистане: диссертация на соискание ученой степени PhD. – Ташкент: Ташкентский государственный аграрный университет, 2022.

11. Акрамова Ш.Р. Цифровое управление системой технического обслуживания сельскохозяйственных машин: диссертация на соискание ученой степени PhD. – Ташкент: Ташкентский институт ирригации и механизации сельского хозяйства, 2021.

12. Мирзаев Н.Б. Научно-методические основы автоматизации и цифровизации производственных процессов в сельском хозяйстве: диссертация на соискание ученой степени DSc. – Самарканд: Самаркандский государственный университет, 2020.