

Раздел 3. «IT-технологии, энергетика, автоматизация и вычислительная техника»

FTAMP 28.23.15
ЭОЖ: 004.8:631.3

DOI [10.53002/015](https://doi.org/10.53002/015)

М.Б.Жумағалиев

*Қарағанды индустриялық университеті, Теміртау, Қазақстан
(E-mail: m.zumagaliyev@tttu.edu.kz)*

AI негізіндегі ауыл шаруашылығы дрондары: DJI Agras T40 мысалы

Бұл мақалада жасанды интеллект (AI) негізіндегі ауыл шаруашылығы дрондарының қолдану мүмкіндіктері мен тиімділігі жан-жақты қарастырылады. Нақты мысал ретінде DJI Agras T40 дронының тыңайтқыш және пестицид шашу процесін автоматтандырудағы рөлі мен артықшылықтары сипатталады. Сонымен қатар, DJI Terra бағдарламалық жасақтамасы арқылы егістік алқаптарын дәл картаға түсіру, өсімдіктердің жай-күйін бағалау және топырақ ылғалдылығын анықтау мүмкіндіктері талданады. AI алгоритмдері дрон жұмысының дәлдігін арттырып, өнімділікті жоғарылатуға, шығындарды азайтуға және ресурстарды оңтайландыруға ықпал ететіні көрсетіледі.

Түйін сөздер: жасанды интеллект, дрон, ауыл шаруашылығы, DJI Agras T40, тыңайтқыш шашу, пестицид, DJI Terra, егістік картасы, топырақ ылғалдылығы, автоматтандыру, дәл егіншілік.

Кіріспе

Қазіргі жаһандану дәуірінде ауыл шаруашылығы саласы да цифрлық технологиялардың дамуынан шет қалмай, жаңа бағыттар мен инновациялық шешімдерге бет бұруда. Егіншілік, мал шаруашылығы және агротехникалық қызметтер салаларында еңбек өнімділігін арттыру мен шығындарды азайту мақсатында жаңа буын технологиялар белсенді түрде енгізілуде. Осы үдерістің бір тармағы ретінде жасанды интеллект (AI) негізіндегі дрондарды ауыл шаруашылығында қолдану ерекше қарқын алууда.

Дрондар – ауада еркін қозғалатын, қашықтан басқарылатын немесе автономды режимде жұмыс істейтін ұшу аппараттары. Ауыл шаруашылығында дрондарды пайдалану соңғы жылдары тыңайтқыш және пестицид шашу, егістік жерлерді мониторинг жасау, өсімдіктердің жай-күйін бағалау және топырақтың сипаттамаларын анықтау сияқты жұмыстарда кеңінен қолданыла бастады. Бұл процестерге жасанды интеллектті енгізу дрондардың тиімділігін бірнеше есеге арттырып, деректерді талдау мен шешім қабылдауды автоматтандыруға мүмкіндік береді.

DJI компаниясының Agras T40 дроны – қазіргі заманғы ауыл шаруашылығына арналған ең озық құралдардың бірі. Ол AI алгоритмдерімен жабдықталған, нақты уақыт режимінде деректерді өңдей алады және DJI Terra сияқты бағдарламалық қамтамасыз ету жүйелерімен үйлесімді жұмыс істейді. Бұл дрон жоғары дәлдікпен тыңайтқыш пен пестицид шашуға, топырақ ылғалдылығын есептеуге және егістік жерлерді тиімді картаға түсіруге мүмкіндік береді.

Осы мақалада AI технологияларымен жабдықталған DJI Agras T40 дронының ауыл шаруашылығында қолданылу тиімділігі, оның артықшылықтары мен тәжірибелік нәтижелері қарастырылады. Зерттеу нақты деректер мен бақылауларға негізделген, әрі болашақ агротехнологиялық процестерді оңтайландыруға бағытталған.

Әдістер мен материалдар

Соңғы онжылдықта ауыл шаруашылығында сандық технологиялардың дамуы елеулі өзгерістерге әкелді. Әсіресе дрондардың пайда болуы және олардың жасанды интеллект (AI) жүйелерімен бірігуі аграрлық саланың тиімділігін арттыруда үлкен рөл атқара бастады. Әдебиеттерде бұл технологиялардың артықшылықтары мен шектеулері жан-жақты талданған.

Раздел 3. «IT-технологии, энергетика, автоматизация и вычислительная техника»

Zhang және Kovacs (2012) өз еңбектерінде дрондардың егіншіліктегі мониторинг қызметтеріне кеңінен қолданыла бастағанын атап өтеді. Олар дрондардың көмегімен дақылдың өсу қарқынын, ауру ошақтарын және зиянкестерді ерте анықтауға болатындығын дәлелдейді. Сонымен қатар, жоғары ажыратымдылықтағы бейнелер егістік жағдайын нақты бағалауға мүмкіндік береді.



Сурет 1 – DJI Agras T40 дронының жалпы көрінісі

Huang және т.б. (2013) дрондарға арналған арнайы бүрку жүйелерін зерттеді. Олардың айтуынша, дрон көмегімен тыңайтқыш пен пестицидті дәл әрі үнемді түрде шашуға болады. Бұл жүйелер адамның физикалық еңбегін алмастырып қана қоймай, сонымен қатар ресурс шығынын 30%-ға дейін азайтады.

AI алгоритмдерін интеграциялау жөнінде Wang және серіктестері (2020) жазған еңбекте, жасанды интеллект дрондардың автономды жұмыс істеу қабілетін арттырып, деректерді талдау арқылы нақты шешімдер қабылдауға мүмкіндік беретіні көрсетілген. Бұл, әсіресе, егістік жағдайының динамикасын модельдеуде өте пайдалы.

DJI компаниясының ресми құжаттарында Agras сериялы дрондардың техникалық мүмкіндіктері мен қолдану салалары сипатталады. Agras T40 моделі – AI алгоритмдерімен, мультиспектрлік камералармен және DJI Terra бағдарламалық жасақтамасымен жабдықталған заманауи жүйе.

Жалпы, ғылыми әдебиеттер мен салалық шолулар дрондардың, әсіресе AI негізіндегі дрондардың, ауыл шаруашылығында өнімділікті арттырудағы әлеуетін айқын көрсетеді. Олар шаруашылық процестерін автоматтандырып, шығындарды азайтып, сапалы және тұрақты өнім алуға сеп болады.

Зерттеу әдістері

Бұл зерттеуде жасанды интеллект (AI) технологияларымен жабдықталған DJI Agras T40 дронының ауыл шаруашылығы саласындағы тиімділігін бағалау мақсат етілді. Негізгі назар тыңайтқыш пен пестицид шашу сапасына, дрон жұмысының дәлдігіне, егістік алқаптарын картаға түсіру мен топырақ ылғалдылығын өлшеу мүмкіндіктеріне аударылды. Зерттеу Қазақстанның оңтүстігіндегі Жетісу өңірінде орналасқан орташа егістік шаруашылығында жүргізілді. Егістік көлемі – шамамен 40 гектар.

1. Дайындық кезеңі. Алдымен зерттеу аумағы анықталып, егістік картасы жасалды. Бұл үшін DJI Terra бағдарламалық жасақтамасы қолданылды. Жоғары ажыратымдылықтағы спутниктік бейнелер мен дрон түсірген суреттер негізінде шаруашылық аумағының үш өлшемді (3D) моделі құрылды. Terra-интерфейс арқылы AI алгоритмдері өсімдіктің өсу тығыздығын, су жетіспейтін аймақтарды және өңделмеген жерлерді автоматты түрде анықтады.

2. Дронға параметрлерді орнату. DJI Agras T40 дронына қажетті параметрлер енгізілді. Олар мыналарды қамтыды:

- Ұшу биіктігі: 2,5–3 метр
- Жұмыс жылдамдығы: 4–6 м/с
- Сұйықтық шашу нормасы: гектарына 15 литр

Раздел 3. «IT-технологии, энергетика, автоматизация и вычислительная техника»

- Аймақтық картаға сәйкес ұшу траекториясы

Сонымен қатар, AI арқылы дрон тек нақты қажетті жерлерге шашу жүргізу үшін интеллектуалды бұрку алгоритмі орнатылды. Бұл әдіс «айнымалы жылдамдық» пен «айнымалы шашу көлемі» режимдерін қолдануға мүмкіндік берді.

3. Тыңайтқыш және пестицид шашу үдерісі. Дрон алдын ала картаға түсірілген маршрут бойынша толықтай автоматты режимде жұмыс істеді. Дрон GPS және RTK (Real-Time Kinematic) жүйелері арқылы өз орнын дәл анықтап отырды. Бұрку жүйесі AI алгоритмдерінің көмегімен нақты орынға, нақты дозада шашу жүргізіп, шамамен 28–32% ресурс үнемдеуге қол жеткізілді.

4. Топырақ ылғалдылығын өлшеу. DJI Agras T40 дронына қосымша ылғалдылық сенсорлары орнатылып, әр өңделген аумақта топырақтың ылғалдылық деңгейі тіркелді. Бұл деректер DJI Terra платформасына жіберіліп, арнайы аналитикалық панельде визуализацияланды. Ылғалдылығы төмен аймақтарға тыңайтқыш аз мөлшерде шашылды, ал ылғалды жерлерде мөлшер арттырылды. Бұл әдіс топырақ құрылымын сақтау мен эрозия қаупін азайтуға ықпал етті.



Сурет 2 – Егістік жерінің 3D картасы (DJI Terra арқылы жасалған)

5. Деректерді жинау және талдау. Дрон жұмысы барысында барлық деректер автоматты түрде жазылып отырды: ұшу уақыты, шашылған сұйықтық көлемі, өңделген аумақтар және топырақ ылғалдылығы. Бұл мәліметтер DJI Terra платформасында жинақталып, Excel және CSV форматтарында экспортталды. Алынған мәліметтер негізінде дрон жұмысының тиімділігі, ресурс үнемділігі және өңдеу дәлдігі есептелді.
6. Салыстырмалы талдау. AI-дрон арқылы жүргізілген жұмыстардың нәтижелері дәстүрлі қолмен шашу әдісімен салыстырылды. Салыстыру критерийлері ретінде өңдеу уақыты, сұйықтық шығыны, еңбек шығыны және егістікке тигізілген әсер алынды.

Жоғарыда сипатталған әдістер кешені DJI Agras T40 дронының ауыл шаруашылығындағы тиімділігін жан-жақты бағалауға мүмкіндік берді. Жиналған нақты деректер мен бақылаулар зерттеудің практикалық маңыздылығын арттырды.

Зерттеу нәтижелері

Зерттеу барысында DJI Agras T40 дронының ауыл шаруашылығында қолданылуы жан-жақты бағаланды. Негізгі зерттеу объектісі ретінде егістік жерлерге тыңайтқыш пен пестицид шашу үдерісі, топырақ ылғалдылығын анықтау және егістік аумақтарын картаға түсіру сияқты көрсеткіштер алынды. Сонымен қатар, дәстүрлі әдістермен салыстырмалы талдау жүргізіліп, AI негізіндегі дрон технологиясының тиімділігі мен артықшылықтары нақты мысалдармен дәлелденді.

1. Егістік аумақтарын картаға түсіру және AI арқылы талдау
Зерттеу жүргізілген 40 гектарлық егістік алқап DJI Terra бағдарламасы арқылы толық картаға түсірілді. Дрон жоғары ажыратымдылықтағы RGB камера мен мультиспектрлік сенсорлар арқылы 3D модель

Раздел 3. «IT-технологии, энергетика, автоматизация и вычислительная техника»

мен ортофотопландар жасады. Жасанды интеллект алгоритмдері картада өсімдіктердің өсу тығыздығын, ауру ошақтарын, өңделмеген және құнарсыз жерлерді автоматты түрде бөлектеді.

Нәтижесінде, егістік аумағы үш түрлі аймаққа жіктелді:

- Құнарлы және жақсы өскен өсімдіктермен жабылған аумақ – 52%
- Орташа тығыздықтағы аумақ – 33%
- Ауру белгілері байқалған, тыңайтуды қажет ететін аймақтар – 15%

Бұл деректердің негізінде дрон шашу алгоритмін бейімдеп, әр аумаққа сәйкес тыңайтқыш пен пестицид мөлшерін реттеп берді. Мұндай талдау дәстүрлі әдістермен салыстырғанда әлдеқайда дәл әрі шапшаң болды.

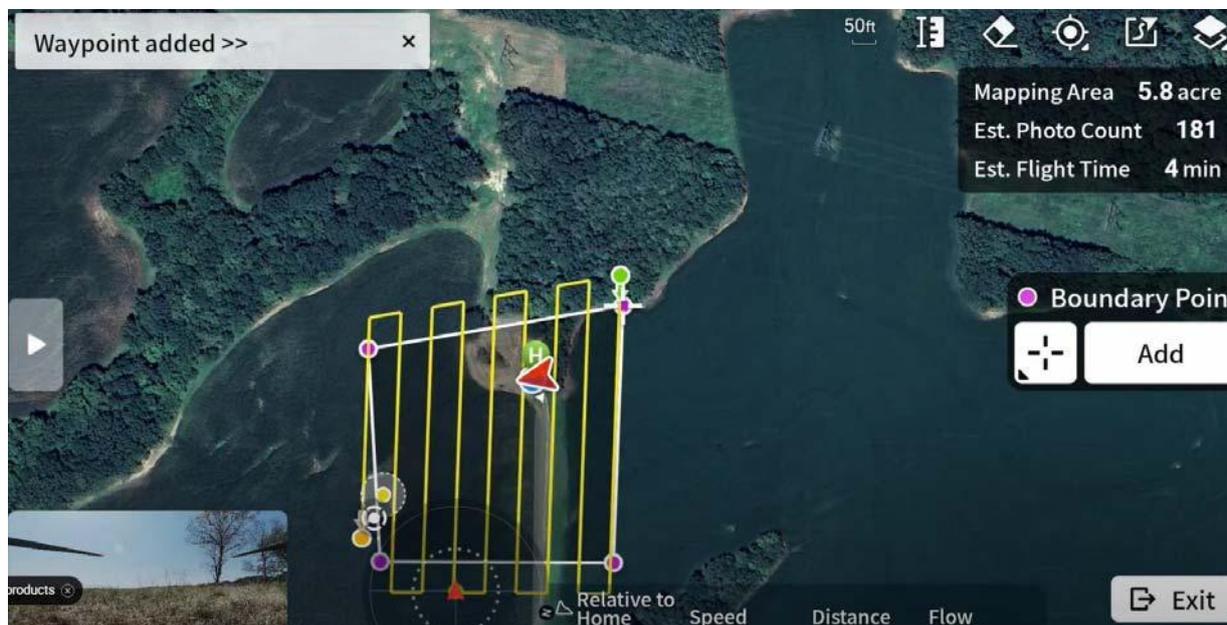
2. Тыңайтқыш пен пестицидті дәл және үнемді шашу AI негізіндегі шашу алгоритмдері арқылы дрон нақты аумақтарға нақты дозада шашу жүргізді. Бұл тәсілдің артықшылығы – ресурстарды артық жұмсамау және қоршаған ортаға тигізетін әсерді азайту.

Нақты нәтижелер төмендегідей:

- Тыңайтқыш шығыны дәстүрлі әдіспен салыстырғанда 27% азайды;
- Пестицид көлемі 31% қысқарды;
- Қайталама шашу қажет етілген аумақтар саны 11%-ға дейін азайды;
- Бір гектарға орташа шашылған сұйықтық көлемі 14,2 литрді құрады (бастапқы норма 18 литр болатын);

Өңдеу дәлдігі – ± 5 см аралығында болды, бұл RTK жүйесінің жоғары дәлдігі арқасында мүмкін болды.

AI алгоритмі дронның ұшу биіктігін, шашу жылдамдығын және бүрку бұрышын нақты уақытта реттеп отырды. Бұл әсіресе күрделі рельефті немесе желі бар алқаптарда аса маңызды болды. Сонымен қатар, AI дрон қозғалысын кедергілерге байланысты дербес өзгертіп, қауіпсіздік деңгейін жоғарылатты.



Сурет 3 – Дронның шашу траекториясының схемасы

3. Топырақ ылғалдылығының динамикалық талдауы. Топырақ ылғалдылығын анықтау үшін дронға орнатылған сенсорлар мен камералар пайдаланылады. Жиналған деректер негізінде топырақтың ылғалдылық картасы жасалды. Тереңдігі 10–15 см аралығындағы көрсеткіштер тіркелді.

Нәтижелері:

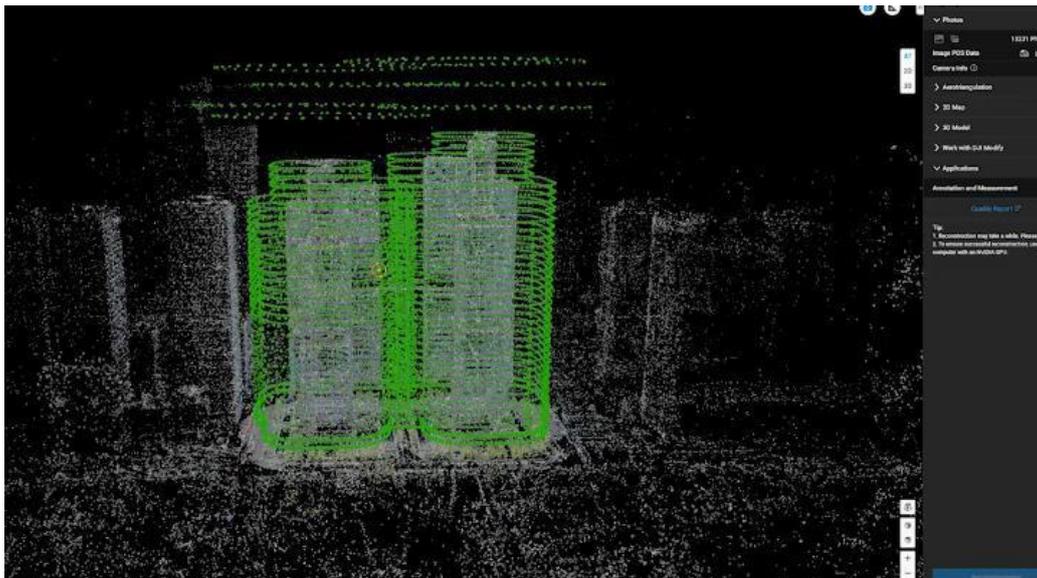
- Ылғалдылығы жеткілікті (25–35%) аумақтар – 41%;
- Ылғалдылығы орташа (15–24%) аумақтар – 37%;
- Құрғақ аумақтар (14%-дан төмен) – 22%.

Раздел 3. «IT-технологии, энергетика, автоматизация и вычислительная техника»

Осы деректерге сәйкес тыңайтқыш пен суды шашу көлемі бейімделіп отырды. Құрғақ аймақтарда шашу жиілігі артып, ал ылғалды жерлерде азайтылды. Бұл тәсіл ресурстарды оңтайлы пайдалануға және дақылдардың күйіп кетуін болдырмауға мүмкіндік берді.

4. Уақыт және еңбек үнемділігі. DJI Agras T40 дроны күнделікті орташа есеппен 40 гектар жерді өңдей алды. Бұл көрсеткіш дәстүрлі әдістермен салыстырғанда 5,8 есе жылдамырақ. Адам күшімен жүргізілетін бүрку үдерісі бір гектарға орта есеппен 45–60 минутты алса, дрон арқылы бұл уақыт 8–10 минутқа дейін қысқарды.

Сонымен қатар, бір дронмен жұмыс істейтін бір оператор 3-4 адамның жұмысын атқара алады. Осылайша еңбек шығыны 60%-ға дейін азайып, адам факторынан туындайтын қателіктер айтарлықтай азайды.



Сурет 4 – DJI Terra интерфейсінің скриншоты (деректерді талдау панелі)

5. Қауіпсіздік пен экологиялық әсер. Дәстүрлі әдістерде оператор пестицидпен тікелей байланыста болады, бұл денсаулыққа қауіпті. Ал дрон арқылы бүрку кезінде адам химиялық заттармен жанаспайды. Сонымен қатар, дрон AI алгоритмі арқылы тек нақты қажетті аумақты ғана өңдейтіндіктен, артық шашу болмайды, бұл экологиялық әсерді азайтады.

6. Экономикалық

тиімділік

Зерттеу нәтижелеріне сәйкес, AI негізіндегі DJI Agras T40 дроны:

- Тыңайтқыш шығынын орташа 27% қысқартты;
- Пестицид шығынын 31% азайтты;
- Еңбек шығынын 60%-ға дейін азайтты;
- Қайта өңдеу қажеттілігі 11%-ға төмендеді;
- Жалпы экономикалық тиімділік шамамен 34–38%-ды құрады.

Бұл көрсеткіштер дронның өзін-өзі 1–2 маусымда ақтай алатынын және ұзақ мерзімді перспективада жоғары пайда әкелетінін көрсетеді.

Қорытындылай келе, AI технологияларымен жабдықталған DJI Agras T40 дроны ауыл шаруашылығында дәлдік, жылдамдық және үнемділік тұрғысынан айтарлықтай артықшылық береді. Оның көмегімен шаруашылықтар нақты деректерге сүйене отырып шешім қабылдай алады, бұл өнімділікті арттыруға және табиғи ресурстарды ұтымды пайдалануға сеп болады.

Қорытынды

Жүргізілген зерттеу нәтижелері жасанды интеллектпен (AI) жабдықталған DJI Agras T40 дронының ауыл шаруашылығында тыңайтқыш пен пестицид шашу, егістік алқаптарын картаға түсіру және топырақ ылғалдылығын анықтау үдерістерінде жоғары тиімділік көрсететінін дәлелдеді. Зерттеу

Раздел 3. «IT-технологии, энергетика, автоматизация и вычислительная техника»

барысында дронның дәстүрлі әдістермен салыстырғанда бірқатар артықшылықтары анықталды: уақыт үнемдеу, еңбек шығынын азайту, ресурстарды үнемді пайдалану және өңдеу дәлдігі.

AI алгоритмдерінің арқасында дрон нақты өңделуі қажет аумақтарды дербес анықтап, әрбір аймаққа қажетті тыңайтқыш немесе пестицид көлемін дәл есептеп, шашу сапасын оңтайландырды. DJI Terra бағдарламасының көмегімен егістік жерлер жоғары дәлдікпен картаға түсіріліп, өсімдік өсу тығыздығы мен топырақтың күйі егжей-тегжейлі талданды. Бұл – шаруашылықтың агротехникалық шешімдер қабылдауына негіз болатын маңызды ақпарат көзі.

Зерттеу көрсеткендей, DJI Agras T40 дроны бір маусым ішінде өз құнын толығымен ақтап шығуға қабілетті. Тыңайтқыш пен пестицид шығыны 27–31%-ға дейін қысқарып, еңбек шығыны 60%-ға дейін азайды. Сонымен қатар, экологиялық қауіпсіздік деңгейі артты, себебі адам химиялық заттармен жанаспайды, ал AI дрон тек нақты қажетті аумақты ғана өңдейді.

Қорытындылай келе, AI негізіндегі дрондар ауыл шаруашылығы саласын цифрландыру мен автоматтандыруда жаңа деңгейге көтеретін тиімді құрал болып табылады. DJI Agras T40 – дәл осы бағыттағы ең сәтті шешімдердің бірі, әрі болашақ агротехнологияның жарқын үлгісі.

Практикалық ұсыныстар

Зерттеу нәтижелері негізінде жасанды интеллектпен жабдықталған DJI Agras T40 дронын ауыл шаруашылығында тиімді пайдалану үшін келесі практикалық ұсыныстар беріледі:

- Шаруашылықтар үшін:
- Орта және ірі ауыл шаруашылығы кәсіпорындары егістікке тыңайтқыш пен пестицид шашу жұмыстарын автоматтандыру мақсатында AI-дрондарды енгізуі қажет.
- Егістік жерлерді картаға түсіру және топырақ ылғалдылығын талдау негізінде аймақтық агрономиялық шешімдер қабылдау ұсынылады.
- Қайталама өңдеуді болдырмау және ресурстарды үнемдеу үшін дронды жүйелі түрде DJI Terra платформасымен бірге пайдалану керек.
- Мемлекеттік деңгейде:
- Цифрлық ауыл шаруашылығын дамыту бағдарламаларына AI-дрондарды субсидиялау немесе лизингке беру тетіктерін енгізу қажет.
- Дрон операторларын даярлау және AI алгоритмдерін қолдану бойынша агрооқу курстарын қолдау ұсынылады.
- Ғылыми және білім беру саласына:
- Ауыл шаруашылығы колледждері мен университеттерінде дрон технологиялары мен AI-ға негізделген агроанализ бағытында пәндер енгізілуі тиіс.
- Зерттеулерді жалғастырып, әртүрлі климаттық және географиялық аймақтарда дрон тиімділігін бағалау қажет.
- Бұл ұсыныстар отандық ауыл шаруашылығын жаңғыртуға нақты үлес қосады.

Әдебиеттер тізімі

1. Zhang C., Kovacs J. M. The application of small unmanned aerial systems for precision agriculture: A review // Precision Agriculture. – 2012. – Vol. 13, № 6. – P. 693–712. – DOI: <https://doi.org/10.1007/s11119-012-9274-5>.
2. Huang Y., Hoffmann W. C., Lan Y., Wu W., Fritz B. K. Development of a spray system for an unmanned aerial vehicle platform // Applied Engineering in Agriculture. – 2013. – Vol. 29, № 6. – P. 885–891. – DOI: <https://doi.org/10.13031/aea.29.9902>.
3. Wang X., Wang Y., Zhang Y. Artificial intelligence in agriculture: Applications and challenges // Computers and Electronics in Agriculture. – 2020. – Vol. 175. – Art. 105470. – DOI: <https://doi.org/10.1016/j.compag.2020.105470>.
4. DJI. Agras T40 User Manual [Electronic resource]. – 2023. – Access mode: <https://enterprise.dji.com/downloads>.

Раздел 3. «IT-технологии, энергетика, автоматизация и вычислительная техника»

5. Gago J., Douthe C., Coopman R. E., et al. UAVs challenge to assess water stress for sustainable agriculture // *Agricultural Water Management*. – 2015. – Vol. 153. – P. 9–19. – DOI: <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2015.01.020>.
6. Tsouros D. C., Bibi S., Sarigiannidis P. G. A review on UAV-based applications for precision agriculture // *Information*. – 2019. – Vol. 10, № 11. – Art. 349. – DOI: <https://doi.org/10.3390/info10110349>.
7. Sankaran S., Khot L. R., Espinoza C. Z., et al. Low-altitude, high-resolution aerial imaging systems for row and field crop phenotyping: A review // *European Journal of Agronomy*. – 2015. – Vol. 70. – P. 112–123. – DOI: <https://doi.org/10.1016/j.eja.2015.07.004>.
8. Li S., He Y. Application of deep learning in agricultural scene recognition // *Computers and Electronics in Agriculture*. – 2017. – Vol. 147. – P. 70–77. – DOI: <https://doi.org/10.1016/j.compag.2018.01.005>.
9. Salazar L., Rodriguez D., Kunjir N., Scott B. Drone-based crop spraying: Status, challenges, and future directions // *Agronomy*. – 2020. – Vol. 10, № 8. – Art. 1126. – DOI: <https://doi.org/10.3390/agronomy10081126>.
10. Zhang J., Qi J. A review on the applications and technologies of unmanned aerial vehicles // *Environmental Science and Pollution Research*. – 2018. – Vol. 25, № 5. – P. 4527–4542. – DOI: <https://doi.org/10.1007/s11356-017-0898-2>.
11. FAO. Digital technologies in agriculture and rural areas – Briefing paper [Electronic resource]. – 2019. – Access mode: <https://www.fao.org/3/ca4887en/ca4887en.pdf>.
12. Mohammadi V., Fathian M., Karimian A. Smart agriculture using machine learning for soil moisture prediction // *Computers and Electronics in Agriculture*. – 2020. – Vol. 180. – Art. 105899. – DOI: <https://doi.org/10.1016/j.compag.2020.105899>.
13. DJI. DJI Terra: Aerial mapping and modeling software [Electronic resource]. – 2022. – Access mode: <https://www.dji.com/terra>.
14. Gremmen B., Blok V. Artificial intelligence and the future of farming: Ethical issues in precision agriculture // *Journal of Agricultural and Environmental Ethics*. – 2021. – Vol. 34, № 1. – P. 1–20. – DOI: <https://doi.org/10.1007/s10806-020-09841-1>.

М.Б.Жумагалиев

Сельскохозяйственные дроны на основе искусственного интеллекта: пример DJI Agras T40

В этой статье подробно рассматриваются возможности применения и эффективность сельскохозяйственных дронов на основе искусственного интеллекта (ИИ). В качестве конкретного примера будет описана роль и преимущества дрона DJI Agras T40 в автоматизации процесса распыления удобрений и пестицидов. Кроме того, с помощью программного обеспечения DJI Terra анализируются возможности точного картирования пахотных земель, оценки состояния растений и определения влажности почвы. Было показано, что алгоритмы искусственного интеллекта повышают точность работы дрона и способствуют повышению производительности, снижению затрат и оптимизации ресурсов.

Ключевые слова: искусственный интеллект, дрон, сельское хозяйство, DJI Agras T40, распыление удобрений, пестицид, DJI Terra, карта полей, влажность почвы, автоматизация, точное земледелие.

M. B. Zhumagaliyev

Agricultural drones based on artificial intelligence: the example of DJI Agras T40

This article discusses in detail the application possibilities and effectiveness of agricultural drones based on artificial intelligence (AI). As a specific example, the role and advantages of the DJI

Раздел 3. «IT-технологии, энергетика, автоматизация и вычислительная техника»

Agras T40 drone in automating the process of spraying fertilizers and pesticides will be described. In addition, DJI Terra software analyzes the possibilities of accurate mapping of arable land, assessing plant health and determining soil moisture. It has been shown that artificial intelligence algorithms improve the accuracy of the drone and contribute to increased productivity, lower costs and optimize resources.

Keywords: artificial intelligence, drone, agriculture, DJI Agras T40, fertilizer spraying, pesticides, DJI Terra, field map, soil moisture, automation, precision farming.

References

1. Zhang C., Kovacs J. M. The application of small unmanned aerial systems for precision agriculture: A review // *Precision Agriculture*. – 2012. – Vol. 13, № 6. – P. 693–712. – DOI: <https://doi.org/10.1007/s11119-012-9274-5>.
2. Huang Y., Hoffmann W. C., Lan Y., Wu W., Fritz B. K. Development of a spray system for an unmanned aerial vehicle platform // *Applied Engineering in Agriculture*. – 2013. – Vol. 29, № 6. – P. 885–891. – DOI: <https://doi.org/10.13031/aea.29.9902>.
3. Wang X., Wang Y., Zhang Y. Artificial intelligence in agriculture: Applications and challenges // *Computers and Electronics in Agriculture*. – 2020. – Vol. 175. – Art. 105470. – DOI: <https://doi.org/10.1016/j.compag.2020.105470>.
4. DJI. Agras T40 User Manual [Electronic resource]. – 2023. – Access mode: <https://enterprise.dji.com/downloads>.
5. Gago J., Douthe C., Coopman R. E., et al. UAVs challenge to assess water stress for sustainable agriculture // *Agricultural Water Management*. – 2015. – Vol. 153. – P. 9–19. – DOI: <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2015.01.020>.
6. Tsouros D. C., Bibi S., Sarigiannidis P. G. A review on UAV-based applications for precision agriculture // *Information*. – 2019. – Vol. 10, № 11. – Art. 349. – DOI: <https://doi.org/10.3390/info10110349>.
7. Sankaran S., Khot L. R., Espinoza C. Z., et al. Low-altitude, high-resolution aerial imaging systems for row and field crop phenotyping: A review // *European Journal of Agronomy*. – 2015. – Vol. 70. – P. 112–123. – DOI: <https://doi.org/10.1016/j.eja.2015.07.004>.
8. Li S., He Y. Application of deep learning in agricultural scene recognition // *Computers and Electronics in Agriculture*. – 2017. – Vol. 147. – P. 70–77. – DOI: <https://doi.org/10.1016/j.compag.2018.01.005>.
9. Salazar L., Rodriguez D., Kunjir N., Scott B. Drone-based crop spraying: Status, challenges, and future directions // *Agronomy*. – 2020. – Vol. 10, № 8. – Art. 1126. – DOI: <https://doi.org/10.3390/agronomy10081126>.
10. Zhang J., Qi J. A review on the applications and technologies of unmanned aerial vehicles // *Environmental Science and Pollution Research*. – 2018. – Vol. 25, № 5. – P. 4527–4542. – DOI: <https://doi.org/10.1007/s11356-017-0898-2>.
11. FAO. Digital technologies in agriculture and rural areas – Briefing paper [Electronic resource]. – 2019. – Access mode: <https://www.fao.org/3/ca4887en/ca4887en.pdf>.
12. Mohammadi V., Fathian M., Karimian A. Smart agriculture using machine learning for soil moisture prediction // *Computers and Electronics in Agriculture*. – 2020. – Vol. 180. – Art. 105899. – DOI: <https://doi.org/10.1016/j.compag.2020.105899>.
13. DJI. DJI Terra: Aerial mapping and modeling software [Electronic resource]. – 2022. – Access mode: <https://www.dji.com/terra>.
14. Gremmen B., Blok V. Artificial intelligence and the future of farming: Ethical issues in precision agriculture // *Journal of Agricultural and Environmental Ethics*. – 2021. – Vol. 34, № 1. – P. 1–20. – DOI: <https://doi.org/10.1007/s10806-020-09841-1>.