

22 Gureev I.I. Innovacionnyj opyt proizvodstva saharnoj svekly v Central'no-CHernozemnom regione / I.I. Gureev, E.L. Revyakin // – М.: FGBNU «Rosinformagrotekh», 2009. – 140 st.

23 Gureev I.I. Proizvodstvo saharnoj svyokly bez zatrat ruchnogo truda / I.I. Gureev, A.V. Agibalov // – М.: Kursk, 2000. – 124 st.

24 Gureev I.I. Sovremennye tekhnologii vozdel'yvaniya i uborki saharnoj svyokly: Prakticheskoe rukovodstvo / I.I. Gureev // – М.: Pechatnyj Gorod, 2011. – 256 st.

АННОТАЦИЯ

Для получения высокой урожайности семенных культур необходимо применение энергосберегающих технологий обработки посевов, основанных на сочетании технологических приемов борьбы с сорняками и болезнями, дополнительного питания и междурядной механической обработки. При возделывании сельскохозяйственных культур сельские товаропроизводители осваивают энергоресурсосберегающие технологии с применением передовых агротехнических приемов. От своевременности и качества выполнения технологических операций в конечном итоге зависит урожайность обрабатываемых культур. Рост урожайности произошел за счет использования не только высокоурожайных сортов и гибридов, но и использования высокопроизводительных агрегатов при выполнении технологических операций по обработке и уборке посевов. Одним из важнейших агротехнических приемов при выращивании вспаханных культур является обработка посевов с применением эффективных удобрений и средств химической защиты растений. Поэтому эффективная обработка посевов вспаханных культур в период их роста и развития является одним из основных резервов повышения урожайности свекольных полей. В связи с этим научные исследования, направленные на повышение качества обработки посевов семенных культур в период вегетации растений путем разработки технологии и комбинированных технических средств, позволяющих осуществлять междурядную механическую обработку за один проход агрегата, ленточное введение гербицидов и внекорневое питание растений, составляют основу данной работы и определяют ее актуальность.

ОӘЖ 004:631

FTAXP 68.85.85

DOI 10.56339/2305-9397-2022-4-3-165-176

Назаров Е.А., техника ғылымдарының кандидаты, **негізгі автор**, <https://orcid.org/0000-0003-2368-6466>

«Қорқыт Ата атындағы Қызылорда университеті» КеАҚ, Қызылорда қ., Әйтеке би көшесі, 29А, 120005, Қазақстан, nazarov197514@mail.ru,

Бурханов Б.Ж., техника ғылымдарының кандидаты, доцент, <https://orcid.org/0000-0001-5407-9859>

«Жәңгір хан атындағы Батыс – Қазақстан аграрлық-техникалық университеті» КеАҚ, Орал қ, Жәңгір хан к-і 51, 090009, Қазақстан, aruka73@mail.ru

Нұрмаш Н.К., аға оқытушы, <https://orcid.org/0000-0001-7597-4887>

«Жәңгір хан атындағы Батыс – Қазақстан аграрлық-техникалық университеті» КеАҚ, Орал қ, Жәңгір хан к-і 51, 090009, Қазақстан, cosmo04@mail.ru.

Nazarov E.A., candidate of Technical Sciences, **main author**, <https://orcid.org/0000-0003-2368-6466>
NJSC «Korkyt Ata Kyzylorda University», Kyzylorda, Aiteke bi Street, 29A, 120005, Kazakhstan, nazarov197514@mail.ru

Burkhanov B.Zh., candidate of Technical Sciences, docent <https://orcid.org/0000-0001-5407-9859>,
NJSC «West Kazakhstan Agrarian and Technical University named after Zhangir Khan», Uralsk, st. Zhangir khan 51,090009, Kazakhstan, aruka73@mail.ru.

Nurmash N.K., senior lecturer, <https://orcid.org/0000-0001-7597-4887>,

NJSC «West Kazakhstan Agrarian and Technical University named after Zhangir Khan», Uralsk, st. Zhangir khan 51,090009, Kazakhstan, cosmo04@mail.ru.

АУЫЛ ШАРУАШЫЛЫҒЫН ЦИФРЛЫҚ ТРАНСФОРМАЦИЯЛАУ: МҮМКІНДІКТЕРІ МЕН ПЕРСПЕКТИВАЛАРЫ DIGITAL TRANSFORMATION OF AGRICULTURE: OPPORTUNITIES AND PROSPECTS

Аннотация

Мақалада ауыл шаруашылығы саласын цифрлық трансформациялау процесінде енгізілетін әртүрлі технологиялар қарастырылады. Заттар интернеті (IoT), смарт-фермалар, ПҰА, қашықтықтан зондылау сияқты технологиялардың мүмкіндіктері мен перспективалары көрсетілген. Бұл технологиялар шаруашылықтағы үдерістерді және оны басқаруды оңтайландыруға, еңбек өнімділігін арттыруға, шығындарды азайтуға, саланың бәсекеге қабілеттілігін арттыруға, сондай-ақ өндіріс-өңдеу-сату тізбегіндегі өзара іс-қимылды жақсартуға мүмкіндік береді. Farming-as-a-Service және ферманың цифрлық көшірмесі тәріздес цифрландырудың жаңа тұжырымдамаларының мүмкіндіктері мен перспективалары қарастырылды. Қазақстанда енгізіліп жатқан цифрлық технологиялардың мысалдары көрсетілді.

Цифрлық технологиялардың жылдам дамуы мен қолжетімділігінің өсуін назарға ала отырып, ең заманауи технологияларды енгізу негізінде ауыл шаруашылығы саласын жаңғырту Қазақстан үшін өте маңызды мәселенің бірі болып отыр. Сонымен қатар, отандық IT мамандарын даярлау үшін жағдай жасау өзекті міндет болып табылады.

ANNOTATION

The article discusses various technologies introduced into agriculture in the process of digital transformation of the industry. The possibilities and prospects of such technologies as the Internet of Things (IoT), smart farms, UAVs, remote sensing are shown. These technologies make it possible to optimize technological processes and management, increase labor productivity, reduce costs, increase the competitiveness of the industry, as well as improve interaction in the production-processing-sales chain. The possibilities and prospects of the latest concepts of digitalization of the agro-industrial complex, such as digital farm twins and Farming-as-a-Service, are considered. Examples of implemented digital technologies in Kazakhstan are shown. Taking into account the rapid development and increasing availability of digital technologies, modernization of the agricultural sector with the introduction of the most modern technologies is vital for Kazakhstan. In addition, an urgent task is to create conditions for the training of domestic IT specialists.

Түйін сөздер: *цифрландыру, ауыл шаруашылығы, цифрлық ауыл шаруашылығы, бәсекеге қабілеттілік, нақты егіншілік, жасанды интеллект, машиналық оқыту, цифрлық көшірмелер, блокчейн.*

Keywords: *digitalization, agriculture, digital agriculture, competitiveness, Real Farming, artificial intelligence, machine learning, digital duplicates, blockchain.*

Өзектілігі. Цифрландыру әлемнің көптеген елдерінің технологиялық дамуының жетекші тренді болып табылады. Бүгінгі таңда цифрлық технологиялар адам қызметінің барлық салаларына жылдам қарқынмен енгізілуде. Сол сияқты Қазақстан Республикасы да түрлі салаларға, соның ішінде ауыл шаруашылығына цифрлық технологияларды белсенді түрде енгізіп келеді. Осылайша, 2017 жылғы желтоқсанда «Цифрлық Қазақстан» мемлекеттік бағдарламасы бекітілді, онда цифрлық технологияларды пайдаланудың бес негізгі бағыты белгіленді [1]. Аталған бағдарлама негізінде ҚР Ауыл шаруашылығы министрлігі айтарлықтай жұмыс жүргізуде және ауыл шаруашылығы саласын цифрландыру бойынша жаңа технологияларды табысты енгізуде. Министрліктің деректері бойынша цифрлық технологияларды енгізу еңбек өнімділігін және саланың бәсекеге қабілеттілігін арттыруға ықпал ететін болады, бұл өз кезегінде елдің азық-түлік қауіпсіздігін және агроөнеркәсіптік кешеннің инвестициялық тартымдылығын арттырады (АӨК) [1].

Цифрлық технологияларды қолдану соңғы бірнеше онжылдықта басталды. Бүгінде бұл бизнеске, өндіріске және жалпы әлеуметтік-экономикалық өзара қарым-қатынасқа деген көзқарасты түбегейлі өзгертетін барынша серпінді дамып келе жатқан бағыттардың бірі болып

табылады. Тиісінше, осы тақырыптағы зерттеулер мен жарияланымдар саны соңғы жылдары айтарлықтай өсті. Олар цифрлық технологиялардың әсері нәтижесінде орын алған трансформацияның техникалық жағын да, әлеуметтік-экономикалық аспектілерін де қамтиды. Экономиканың түрлі секторларын цифрлық трансформациялау тақырыбына Қазақстан мен жақын шетел зерттеушілері айтарлықтай қызығушылық танытуда. Дегенмен айта кету керек, осы кезге дейін жарық көрген жарияланымдардың көптігіне қарамастан, ағылшын тіліндегі шетелдік әдебиеттерді шолуға арналған жұмыстар әлі де жеткіліксіз. Цифрлық және роботтандырылған жүйелер саласындағы жаңа технологияларды әзірлеу бойынша ағымдағы жағдай туралы ақпаратта айтарлықтай олқылықтар бар.

Зерттеу материалдары мен әдістері.

Ауыл шаруашылығы саласының цифрлық жүйелерді енгізе отырып инновациялық дамуын зерттеу процесінде әртүрлі зерттеу әдістері қолданылды: талдау, синтез, салыстыру, монографиялық әдіс. Ауыл шаруашылығында цифрлық жүйелерді әзірлеу, енгізу және пайдалану мәселелері бойынша жарияланған отандық және шетелдік ғалымдардың еңбектері зерттеуіміздің негізін құрады.

Зерттеу материалы ретінде еліміздің ауыл шаруашылығы саласындағы цифрландыру жүйесіне қатысты ағымдағы және перспективалық әзірлемелер қарастырылды.

Scopus, Web of Science, Google Scholar, RSCI, ПИНЦ және т.б. сияқты библиографиялық және рефераттық мәліметтер базасы әдеби деректерді талдаудың ақпарат көзі ретінде алынды. Талдау іргелі зерттеулер мен технологиялық әзірлемелердің негізгі бағыттарын қамтиды.

Зерттеу нәтижелері.

Цифрландыру, жалпы мағынада алғанда, бұл ақпаратты өңдеу жүйелерінің техникалық бақылау және басқару құрылғыларымен үйлесуіне негізделген әлеуметтік-техникалық процесс болып табылады. Цифрлық технологиялар мен цифрлық жүйелерді жіктеудің әртүрлі тәсілдері бар [2]. Нақты терминге немесе жіктеуге қарамастан, цифрландыру датчиктер, машиналар, әуе немесе ғарыштық түсіру арқылы жиналған әртүрлі деректерді пайдалану дегенді білдіреді. Бұл деректерді өңдеу ауыл шаруашылығы өнімдерін өндіру, өңдеу және өткізу тізбегіндегі процестерді оңтайлы басқару үшін ақпарат алуға мүмкіндік береді [3].

Бүгінгі күні ауыл шаруашылығында қолданылатын цифрландыру технологияларына: сенсорлар, заттар интернеті (IoT), нақты егіншілік және ақылды ферма, ҰҰА, ұшқышсыз ауыл шаруашылығы техникасы, цифрлық көшірмелер, блокчейн және т. б. жатады [3,4,5].

Осы технологияларды енгізу тиімділікті арттыру түрінде оң нәтижелер беріп қана қоймай, ауыл шаруашылығы тауарын өндірушілер қызметінің дәстүрлі тәсілдерін трансформациялауға және ауыл шаруашылығы өндірісі жүйелерін цифрландырудың жаңа тұжырымдамаларының пайда болуына алғышарттар жасады [3,5,6]. Оларға: Farming-as-a-Service, ауылшаруашылық техникаларын бірлесіп қолдану (агрошеринг), Urban Farming, Decision Agriculture және т. б. жатқызуға болады.

Ауыл шаруашылығына енгізілетін цифрлық технологиялар, бірінші кезекте, егістіктерден, фермалардан, жылыжайлардан, техникалардан, сондай-ақ мал шаруашылығы саласынан жиналатын деректерге негізделеді. Деректер сенсорлар арқылы жиналады және байланыс жүйелері арқылы деректер орталығына жіберіледі, мұнда шешім қабылдауға қажетті ақпарат алу үшін оларды өңдеп, бір жүйеге келтіреді.

Интернет заттары технологиясының (IoT) пайда болуымен деректерді жинау процесі біртіндеп өндіріс шығындарын едәуір төмендетіп, тәулік бойы автоматты желілік бақылау жүргізуге мүмкіндік берді [7].

Заттар интернетінің тұжырымдамасы (Internet of Things - IoT) радиожилікті сәйкестендіру жүйелерінің (RFID) мүмкіндіктері мен қолдану аясын кеңейту түрінде дамыды және бүгінгі күні ауыл шаруашылығын цифрландырудың жетекші технологияларының біріне айналды. Қарапайым сөзбен айтқанда, заттар интернеті – бұл интернетке қосылған, бір-бірімен, деректер орталығымен нақты уақытта деректер алмасуға қабілетті электрондық құрылғылар (датчиктер, аспаптар немесе аппараттар) желісі.

Оларды ауыл шаруашылығының түрлі салаларында қолдану жедел қарқынмен өсуде және оның болашағы да өте жақсы нәтиже көрсетуде [7]. Негізінен, заттар интернетін (IoT) енгізу есебінен нақты егіншілік, ақылды ферма, ұшқышсыз ауыл шаруашылығы техникасы,

цифрлық көшірмелер, Farming-as-a-Service, Urban Farming және т. б. сияқты тұжырымдамалар мен технологияларды кеңінен енгізу мүмкін болды.

Соңғы бірнеше жыл ішінде интернет заттарын ауыл шаруашылығында қолдануға арналған көптеген зерттеулер жарық көрді, олардың көпшілігі оқырманға қол жетімді.

Мысалы, еңбек авторлары [9] дақылдарды суару жүйесінде IoT технологиясын пайдалану мүмкіндіктерін көрсеткен. Олардың зерттеулерінің нәтижелері IoT технологиясы өсімдік шаруашылығындағы суды үнемдеу тұрғысынан өте тиімді екенін көрсетеді. Ұзақ қашықтықтағы ғаламдық желіні (LoRaWAN) және аз қуатты ғаламдық желіні (LPWAN) қолдана отырып, дақылдарды дәл суару үшін арзан және оңай енгізілетін IoT жүйесін қолдануға болады. Осы орайда LoRaWAN желісі 10 км қашықтыққа тұрақты деректерді жіберуді қамтамасыз ете алатындығын атап көрсетеді. Біздің климаттық жағдайымызды ескере отырып, бұл тәжірибе өте пайдалы болуы мүмкін.

Еңбек авторлары [10] тыңайтқыштарды қолдануды оңтайландыру мақсатында өсімдіктердегі қоректік заттардың жетіспеушілігін бақылау үшін заттар интернетіне (IoT) негізделген сервистік жүйелік платформаны жасап, оны өндіріске енгізу үлгісін көрсеткен.

Хасибур Рахман Х. және т.б. [11] IoT және жасанды интеллект негізіндегі саңырауқұлақ фермасын бақылау жүйесін әзірлеген, бұл жүйе фермада өсірілетін саңырауқұлақтар арасында улы саңырауқұлақтарды анықтауға мүмкіндік береді.

Интернет заттары технологиясы тек өсімдік шаруашылығында ғана қолданылмайды. Мәселен, [12] еңбек авторлары балық фермасында судың сапасын қашықтан бақылау жүйесін енгізген. Бұл ретте олардың тәжірибелерінің нәтижелері көрсеткендей, әзірленген жүйе электр қуатын жоғалтпай үздіксіз және тұрақты жұмыс істей алады.

Еңбек авторлары [7] ауыл шаруашылығында интернет заттарын қолдану туралы жан-жақты жүйелі шолу жасаған. Бұл мақалада авторлар ауылшаруашылығы саласында қолданылатын IoT технологиясының қазіргі жағдайына шолу жасап, негізгі технологияларды талдаған, проблемаларын анықтап, ауыл шаруашылығындағы заттар интернетінің даму тенденцияларын көрсеткен (1-сурет).

Авторлардың пікірінше, үй жануарлары туралы ақпаратты бақылау фермерге олардың жағдайын дәл білуге және уақытылы шаралар қабылдауға көмектеседі. Мысалы, жануарлардың қарғысына пульсоксиметрді, тыныс алу, температура мен қоршаған ортаны зерттеу датчиктерін, сондай-ақ GPS модулін орнату арқылы ірі қара мал табынының ауруын тез анықтауға болады (2-сурет). Сол сияқты, IoT жүйесінің сенсорларын қолдана отырып, жеке өсімдіктердің, сонымен бірге тұтастай жалпы егіннің жағдайын бақылауға болады.

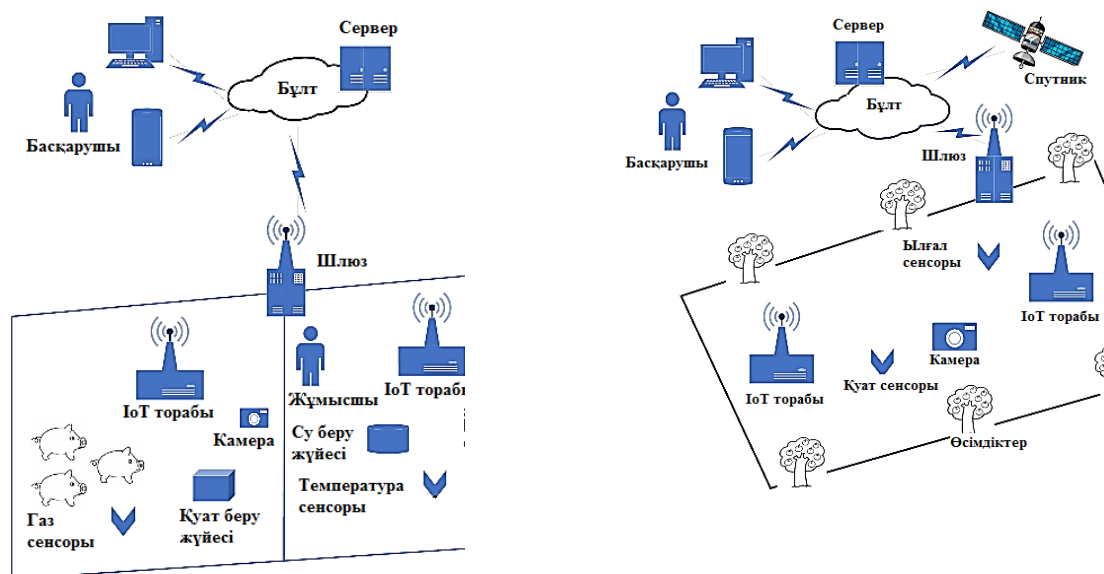
IoT жүйесі ауылшаруашылығы техникаларын, соның ішінде ұшқышсыз ұшу аппараттарымен басқарылатын техника үшін де қолданылады. Сонымен қатар, интеллектуалды ауылшаруашылығы техникасы егу, суару немесе егін жинау сияқты стандартты операцияларды жүргізіп қана қоймайды, сондай-ақ топырақ, ылғалдылық, өсімдіктердің жай-күйі туралы мәліметтер жинайды, бұл нақты немесе органикалық егіншілікке техникалық қолдау көрсетуді едәуір жақсартатыны сөзсіз.



Сурет 1 – Интернет заттар технологиясын (IoT) ауыл шаруашылығында қолдану аясы [7]

Еңбек авторлары [7] ауыл шаруашылығындағы IoT жүйесінің жұмысындағы проблемаларды анықтап, оның даму бағыттарын анықтады. Осылайша, олардың деректері бойынша ауыл шаруашылығындағы IoT жүйелерінің негізгі проблемалары мыналар:

- зерттеулер тек жеке деңгейлер үшін немесе жеке машиналар үшін жүргізіледі, ал тұтас жүйе үшін зерттеулер іс жүзінде жоқтың қасы;
- әр түрлі өндірушілердің сенсорларының сәйкес келмеуі;
- интернет-байланыстың нашарлығы.



Сурет 2 – Жануарлар мен өсімдіктер жайлы ақпаратты мониторингілеу[7]

Авторлардың пікірінше, АӨК цифрландыру бойынша жобаларды табысты іске асыру үшін мыналар қажет:

- IoT жүйелерінің ашық архитектураларын құру;
- ақпарат берудің бірыңғай стандарттарын әзірлеу;
- жер (өріс)-техника-өнім-сапа-сату бірыңғай желісін құру үшін виртуалды және толыққанды шынайы 5G технологиясын кеңінен қолдану.

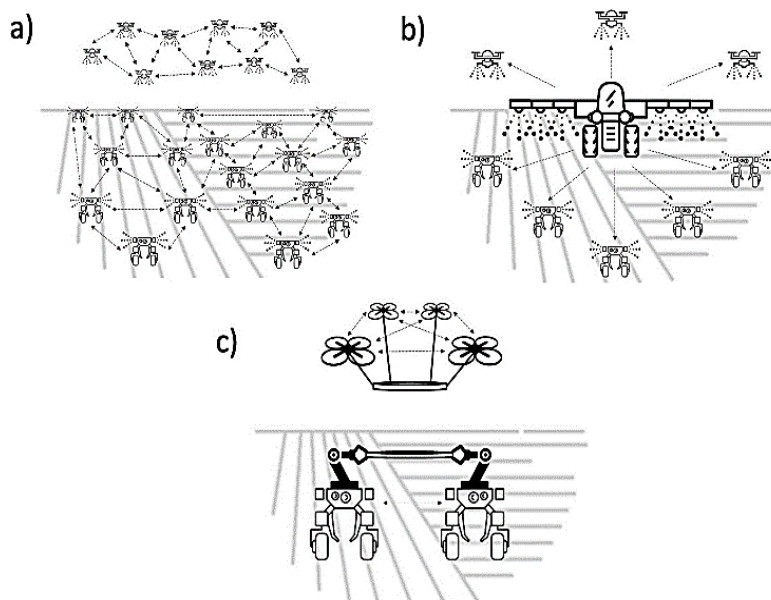
Ауыл шаруашылығына цифрлық технологияларды енгізуді қамтамасыз ететін келесі маңызды технология-ҰҰА (ұшқышсыз ұшу аппараты) пайдалану. Келесі еңбек авторлары ҰҰА-ны қолдануға жан-жақты жүйелі шолу жасаған [14]. Бүкіл әлемде жүргізілген көптеген зерттеулерді талдау негізінде олар ауыл шаруашылығында ҰҰА (дрондар) қолдану аясын көрсеткен:

- қашықтықтан зондтаудың уақытша және кеңістіктік рұқсатын арттыру;
- нақты егіншілікке қолдау көрсету;
- ауыл шаруашылығы дақылдарын жіктеу және барлау;
- тыңайтқыштарды қолдану;
- биомассаны бағалау;
- табиғи апаттар қаупін азайту;
- су жетіспеушілігін бағалау;
- зиянкестер, арамшөптер мен ауруларды анықтау.

Сондай-ақ, ҰҰА, ұшақтар мен спутниктік ақпараттың салыстырмалы сипаттамалары, мүмкіндіктері мен кемшіліктері аталған. Бұдан басқа, ҰҰА қолданудың кедергілері мен шектеулері санамалап көрсетілген (1-кесте) [14]. Соған қарамастан, бүгінгі күні дрондар жылдан жылға кең мүмкіндіктері бар әмбебап құралға айналып келе жатқаны анық байқалады. Мысалы, [15] еңбек авторларының пікірінше, отарды GPS трекерлерінің (ғаламдық позициялау жүйесі) көмегімен бақылағаннан дрондармен бақылау әлдеқайда тиімді және бұл үшін бір, екі бейнесурет жеткілікті. Олардың тәжірибелерінің нәтижелері, жеке мал мен отарды, сондай-ақ олардың белсенділігін анықтау дәлдігі 78,3% -ке жетуі мүмкін екенін көрсетті.

Дрондарды ішінара және жер үсті техникасымен бірге өзара әрекеттесуде қолдану одан да тиімді болуы мүмкін (3-сурет) [16].

Ауыл шаруашылығын цифрлық трансформациялау заттар интернеті технологияларын, дрондарды, қашықтықтан зондтау жүйелерін және ГАЗ (географиялық ақпараттық жүйелер), ұшқышсыз техниканы, деректерді жеткізу және өңдеу жүйелерін, сондай-ақ цифрлық платформаларды кешенді пайдалануға негізделеді.



Сурет 3 – Дрондардың ұжымдасқан архитектурасы
(а) біррангті; (б) жетекші-қосалқы; (с) командалық роботтар

Осындай кешенді шешімдердің негізінде нақты егіншілік, ақылды ауыл шаруашылығы, Farming-as-a-Service (FaaS) және т. б. сияқты тұжырымдамалар пайда болып, практика жүзінде іске қосылды.

Farming-as-a-Service (FaaS) тұжырымдамасы, яғни сөзбе-сөз аударғанда, фермерлік – қызмет түрі – мемлекеттік және коммерциялық сервистер, мамандандырылған қаржылық, сақтандыру, логистикалық қызметтер біріктірілген, қызметтер немесе өнімдер үшін төлем жазылу бойынша немесе оларды пайдалану фактісі бойынша жүзеге асырылатын жаңа тәсіл болып табылады [5].

Ақылды ауыл шаруашылығы – фермерлердің ауылшаруашылық өндірісі мәселелерін шешуге, тиімділікті арттыруға, егін шығынын болдырмауға және тұрақтылықты арттыруға арналған көптеген құралдар жиынтығы (4-сурет) [8].

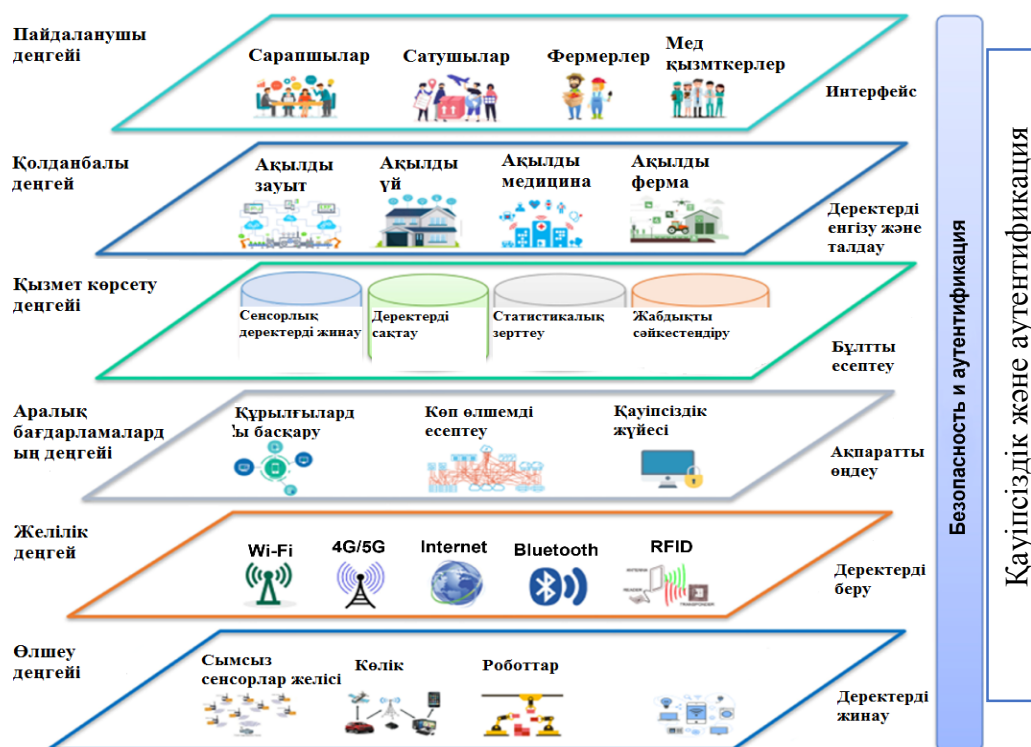


Сурет 4 – «Ақылды ауыл шаруашылығы» тұжырымдамасы

Еңбек авторлары [8] ақылды ауыл шаруашылығы саласындағы зерттеулерді бір жүйеге келтіріп, IoT технологиялары мен есептеулер өзара байланысты алты деңгейден тұратынын көрсетті.

Ақылды ауыл шаруашылығы мен заттар интернеті элементтерінің мұндай жіктелуі жүйенің компоненттерін және олардың тұтас өзара байланысын нақты анықтауға мүмкіндік береді[8].

АӨК цифрландыру геоақпараттық жүйелер (ГАЗ), бейнелерді тану технологиялары, ҰҰА немесе спутниктік ақпарат арқылы қашықтықтан зондтау сияқты технологиялармен тығыз байланысты.



Сурет 5 – Заттар интернетінің (IoT) алты деңгейлі архитектурасы [8]

Мысалға [17] еңбекте әртүрлі қашықтықтан зерттеу әдістері, соның ішінде мульти және гиперспектралды деректер, радарлық және лидарлық кескіндер талданды.

Дақылдарды мониторингілеу мен бақылаудың ең тиімді әдісі ретінде жоғары рұқсаттағы инфрақызыл ғарыштық суреттерді пайдалану көрсетілген. Сондай-ақ келесі еңбекте синтезделген апертурасы (SAR) бар радиолокациялық спутник деректерінің тиімділігі мен мүмкіндіктері жайлы айтылған [18]. SAR деректерінің кемшіліктері әлі де төмен кеңістіктік ажыратымдылық болып табылады.

Ал [19] еңбекте егістіктерді картографиялау және өсімдіктер мониторингі үшін ҰҰА мүмкіндіктерін талдау жүргізілген. Дрондардың картографиялау үшін кедергі келтіретін ең маңызды кемшіліктері болып олардың қысқа ұзақтығы және шектеулі ұшу ауқымы болып табылады. Бұл мәселе шешілген жағдайда, дрондар ауыл шаруашылығында қашықтықтан бақылау үшін ең тиімді дерек көзіне айналары сөзсіз және [20, 21] еңбектер фермалардың немесе ауылшаруашылығы кәсіпорындарының цифрлық көшірмелерін енгізу мәселелеріне арналған. Цифрлық көшірмелер – бұл АӨК цифрландырудағы жаңа технология және ақылды ауыл шаруашылығын дамытудың заңды жалғасы болып табылады. Бұл технологияда виртуалды кеңістікте ауылшаруашылық кәсіпорнының көшірмесі жасалады. Бұл тәсілдің артықшылығы – басқару және бақылау процестері физикалық ағындардан бөлек жүзеге асады, яғни адамның тікелей қатысуын қажет етпейді. Бұл жағдайда цифрлық көшірменің виртуалды кеңістігінде егістікте көруге болмайтын басқа көздерден алынған деректерді байқауға болады (мысалы, микроэлементтердің жетіспеушілігі немесе әртүрлі сценарийлердегі биомассаның өсу болжамы). Әзірге әлемде осы технологияны практикалық іске асырудың бірнеше ғана мысалы

бар, алайда соған қарамастан, әртүрлі зерттеушілердің пікірінше, бұл технологияның болашағы зор.

АӨК цифрландыруда жасанды интеллект, машиналық оқыту, үлкен деректер (Big Data), автономды техника мен роботтар, цифрлық платформалар, мобильдік құрылғыларға арналған әртүрлі қосымшалар, бейнелерді тану технологиялары, блокчейн және т.б. пайдаланылады. Бір мақала шеңберінде ауыл шаруашылығына енгізіліп жатқан жаңа технологиялар бойынша ақпараттың көп көлемін қамту мүмкін емес.

Қиындықтарға қарамастан, Қазақстанда АӨК цифрландыру айтарлықтай жылдам қарқынмен жүргізілуде. Ауыл шаруашылығы тауарын өндірушілер үшін цифрлық қызметтердің үлкен көлемін, оның ішінде Қазақстанның ауыл шаруашылығына пайдаланылатын жерлерінің интерактивті картасын ұсынған digitalkz.kz және qoldau.kz цифрлық платформалары енгізіліп, едәуір дамуда.

Қазақстанда цифрлық технологияларды енгізу мысалдары 2-кестеде көрсетілген [22].

«Олжа Садчиковское» – ІҚМ сүт тұқымдарын өсірумен және дәнді және дәнді-бұршақты дақылдарды өсірумен айналысатын компания. SmartAgro және Kaztechinnovations компанияларының көмегімен «Агроаналитика-IoT» жүйесі осы фермерлік шаруашылықта енгізіліп қазіргі таңда тәжірибеден табысты өтуде.

«Терра» ЖШС – Қазақстандағы ірі асыл тұқымды репродукторлардың және бордақылау алаңдарының бірі. Қазіргі уақытта шаруашылықта цифрландырудың мынадай элементтері енгізілген: RFID таңбалау технологиясы; азықтандыруды бақылау жүйесі; тиімсіз жануарларды іріктеу; ұшқышсыз ұшу аппараты.

Экономикалық нәтижесі: жылына 122 тонна артық ет өндіріп, жемді 10% -ке үнемдеген.

Шығыс Қазақстан облысындағы «Бобровка+» ЖШС-і шведтік автоматтандырылған және роботтандырылған «ДеЛаваль» отарды басқару жүйесімен жабдықталған, ол сауу процесін жүзеге асырады, ет-сүт тұқымды ірі қара малдың денсаулығын бақылауға, жануарларға күтім жасаудың басқа процестерін бақылауға мүмкіндік береді. Жоба 360 бас малға қызмет көрсетуге есептелген [22].

Кесте 1 – 2020 жылғы жағдай бойынша Қазақстан Республикасында смарт-фермаларды енгізу қарқыны [22]

Аумақтар / облыстар	Озық фермалар	Цифрлық фермалар
Қостанай	2	5
Алматы	3	1
Қарағанды	2	3
Түркістан	5	4
Ақмола	6	3
Павлодар	11	-
Қызылорда	1	-
Ақтөбе	4	-
Солтүстік Қазақстан	12	-
Батыс Қазақстан	7	-
Шығыс Қазақстан	1	-
Жамбыл	2	-
Атырау	2	-
Маңғыстау	-	-
Қазақстан Республикасы	58	16

Қорытынды. Соңғы бірнеше жылда азық-түлік өндірісінде айтарлықтай өзгерістер орын алды. Әлем бойынша халық санының өсуі, климаттың өзгеруі, экологияның нашарлауы, саяси жағдайдың тұрақсыздығы, энергияның қымбаттауы мен тапшылығы нәтижесінде әлемнің көптеген елдерінің азық-түлік қауіпсіздігін қамтамасыз ету үшін өз экономикаларын егемендікке апаратын жолды таңдады. Бұл ауылшаруашылық парадигмаларын қайта қарауға және экономикалық қызметті ұйымдастыру мен басқарудың жетілдірілген формаларын іздеуге

әкелді. Мұндай жағдайда Қазақстан үшін ауыл шаруашылығы саласын заманауи технологияларды енгізе отырып жаңғырту ауадай қажет.

Цифрлық технологиялар өте жылдам қарқынмен дамуда және енгізілуде. Бүкіл әлем бойынша көптеген әзірлеушілердің болуы олардың арасындағы бәсекелестіктің артуына және сәйкесінше ең озық және сонымен бірге қол жетімді технологияларды іздеуге әкелді. Осылайша, жылдан жылға цифрлық технологиялар орта, кейде тіпті ұсақ фермерлік шаруашылықтар үшін арзан әрі қол жетімді бола бастады.

Бірақ бұл технологияларды енгізуге бірқатар кедергілер бар. Олардың ішіндегі ең маңыздысы – халықтың цифрлық сауаттылығы. Цифрлық технологиялардың аспаптық бөлігі салыстырмалы түрде арзан болғанмен, оны бағдарламалық қамтамасыз ету бағасы айтарлықтай қымбат. Цифрлық жүйелерді толыққанды өрістетуге үшін бағдарламалар кешенін сатып алу қажет, бұл ретте оларға лицензияларды жыл сайын ұзартып отыру керек. Мұндай шығындарды тек ірі фермерлік шаруашылықтар ғана төлей алады.

Сондықтан бүгінгі таңда ең өзекті міндет отандық IT мамандарын даярлау үшін жағдай жасау болып табылады.

ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1 Государственная программа "Цифровой Казахстан" // Государственная Программа с изменениями, внесенными постановлением Правительства РК от 20.12.2019 № 949.

2 Хмелев, Д. В. К вопросу о классификации цифровых технологий и цифровых платформ / Д.В.Хмелев // Управление инновационным развитием агропродовольственных систем на национальном и региональном уровнях: Материалы III Международной научно-практической конференции, Воронеж, 27–28 октября 2021 года. – Воронеж: Воронежский государственный аграрный университет им. Императора Петра I, 2021. – С. 198-203.

3 Klerkx, L., Jakku, E., Labarthe, P., Обзор социальных наук по цифровому сельскому хозяйству, умному сельскому хозяйству и сельскому хозяйству 4.0: Новые данные и будущая программа исследований // NJAS - Wageningen Journal of Life Sciences, Volumes 90-91, 2019, 100315, ISSN 1573-5214, <https://doi.org/10.1016/j.njas.2019.100315>.

4 Анализ отрасли «Сельское хозяйство» // Выполнен в рамках Контракта KZSJ-1.1/CS-23-CQS «Консультационные услуги по разработке отраслевой рамки квалификаций и профессиональных стандартов по направлению «Агропромышленный комплекс» / Консорциум Ассоциаций АПК, Алматы. – 2019. – 83 с.

5 Цифровая трансформация отраслей: стартовые условия и приоритеты // доклады к XXII апр. междунар. науч. конф. по проблемам развития экономики и общества, Москва, 13–30 апр. 2021 г. Москва: Издательский дом Высшей школы экономики, 2021. – 239 с.

6 Нильсон Д., Юань-Тин Мэн, Буйволова А., Акопян А. Раскрытие потенциала цифровых технологий в сельском хозяйстве России и поиск перспектив для малых фермерских хозяйств. Аналитический доклад // Международный банк реконструкции и развития. Всемирный банк. Вашингтон. 2018. – 51 с.

7 Xu J., Gu, B., Tian, G. Обзор IoT технологии (интернет вещей) в сельском хозяйстве // Artificial Intelligence in Agriculture. – 2022. – Vol. 6. – p. 10-22. <https://doi.org/10.1016/j.aiaa.2022.01.001>

8 Abbasi R., Martinez, P., Ahmad, R. Оцифровка сельскохозяйственной отрасли – систематический обзор литературы по сельскому хозяйству 4.0 // Smart Agricultural Technology, – 2022. – Vol. 2. – 100042, – ISSN 2772-3755, <https://doi.org/10.1016/j.atech.2022.100042>

9 Zhang H. et al. Система интернета вещей (IoT) на базе LoRaWAN для точного орошения при выращивании томатов для торговых точек по системе fresh-market // Smart Agricultural Technology, – 2022. – Vol. 2. – 100053, <https://doi.org/10.1016/j.atech.2022.100053>

10 Heri Andrianto, H. et al. Оценка эффективности сервисной системы на основе интернета вещей (IoT) для мониторинга дефицита питательных веществ в растениях // Information Processing in Agriculture, – 2021. – ISSN 2214-3173, <https://doi.org/10.1016/j.inpa.2021.10.001>

11 Rahman H. et al. Интернет вещей (IoT) позволил автоматизировать грибные фермы с помощью машинного обучения для классификации токсичных грибов в Бангладеш // Journal of Agriculture and Food Research, – 2022. – Vol. 7. – 100267, <https://doi.org/10.1016/j.jafr.2021.100267>

12 Jamroen C., Yonsiri, N., Odthong, T., Wisitthiwong, N., Sutawas Janreung, S. Автономная система мониторинга качества воды на основе фотоэлектрических/аккумуляторных батарей, основанная на узкополосном интернете вещей (IoT) для аквакультуры: Разработка и внедрение

// Smart Agricultural Technology, – 2022. – Vol. 3. – 100072, – ISSN 2772-3755, <https://doi.org/10.1016/j.atech.2022.100072>

13 Abbasi R., Martinez, P., Ahmad, R. Оцифровка сельскохозяйственной отрасли – систематический обзор литературы по сельскому хозяйству 4.0 // Smart Agricultural Technology, – 2022. – Vol. 2. – 100042, – ISSN 2772-3755, <https://doi.org/10.1016/j.atech.2022.100042>

14 Rejeb A., Abdollahi, A., Rejeb, K., Treiblmaier, H. Беспилотные летательные аппараты в сельском хозяйстве: Обзор и библиометрический анализ // Computers and Electronics in Agriculture. – 2022. – Vol. 198. – 107017 – ISSN 0168-1699, <https://doi.org/10.1016/j.compag.2022.107017>

15 Vayssade J., Arquet R., Bonneau, M. Автоматическое отслеживание активности коз с помощью камеры дрона // Computers and Electronics in Agriculture. – 2019. – Vol. 162. – р. 767-772, <https://doi.org/10.1016/j.compag.2019.05.021>

16 Mammarella M., Comba L., Biglia A., Dabbene F., Gay P. Кооперативное взаимодействие беспилотных систем для сельскохозяйственного применения: Теоретическая основа // Biosystems Engineering. – 2021. – ISSN 1537-5110, <https://doi.org/10.1016/j.biosystemseng.2021.11.008>

17 Ali A.M. et al. Прогнозирование урожайности сельскохозяйственных культур с использованием мультиспектральных датчиков дистанционного зондирования: Обзор // The Egyptian Journal of Remote Sensing and Space Science. – 2022. – ISSN 1110-9823, <https://doi.org/10.1016/j.ejrs.2022.04.006>.

18 Liu C. et al. Научные достижения в области дистанционного зондирования земли в радиолокационном диапазоне для применения в сельском хозяйстве: Обзор // Journal of Integrative Agriculture. – 2019. – Vol. 18. – Issue 3 – р. 506-525 – ISSN 2095-3119, [https://doi.org/10.1016/S2095-3119\(18\)62016-7](https://doi.org/10.1016/S2095-3119(18)62016-7)

19 Hafeez A. et al. Внедрение технологии беспилотных летательных аппаратов для мониторинга ферм и распыления пестицидов: Обзор // Information Processing in Agriculture – 2022. – ISSN 2214-3173. <https://doi.org/10.1016/j.inpa.2022.02.002>

20 Pylianidis C., Osinga S., Athanasiadis I. N. Внедрение цифровых двойников в сельское хозяйство // Computers and Electronics in Agriculture – 2021. – 105942 – ISSN 0168-1699 <https://doi.org/10.1016/j.compag.2020.105942>

21 Verdouw C., Tekinerdogan B., Beulens A., Wolfert, S. Цифровые двойники в умном сельском хозяйстве // Agricultural Systems, – 2021. – Vol. 189. – 103046 – ISSN 0308-521X <https://doi.org/10.1016/j.agry.2020.103046>

22 Конуспаев Р.К., Демесинов Т.Ж., Таипов Т.А. Қазақстан Республикасының ауыл шаруашылығындағы жаңа технологиялар // Проблемы агрорынка. 2020. – №1. – с. 34-40.

REFERENCES

1 Gosudarstvennaya programma "Cifrovoy Kazakhstan" (2019) [The State program "Digital Kazakhstan"]. Gosudarstvennaya Programma s izmeneniyami, vnesennymi postanovleniem Pravitel'stva RK ot 20.12.2019, no. 949.

2 Hmelev D. V. (2021) K voprosu o klassifikatsii cifrovyyh tekhnologiy i cifrovyyh platform [On the classification of digital technologies and digital platforms]. Upravlenie innovatsionnym razvitiem agroproduktovennykh sistem na nacional'nom i regional'nom urovnyah: Materialy III Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii, Voronezh, 27–28 oktyabrya 2021 goda. – Voronezh: Voronezhskiy gosudarstvennyy agrarnyy universitet im. Imperatora Petra I, pp. 198-203.

3 Klerkx L., Jakku E., Labarthe P., A review of social science on digital agriculture, smart farming and agriculture 4.0: New contributions and a future research agenda, // NJAS - Wageningen Journal of Life Sciences, Volumes 90-91, 2019, 100315, ISSN 1573-5214, <https://doi.org/10.1016/j.njas.2019.100315>

4 Analiz otrasli «Sel'skoe hozyajstvo» (2019) [Analysis of the "Agriculture industry"] // Vypolnen v ramkah Kontrakta KZSJ-1.1/CS-23-CQS «Konsul'tacionnye uslugi po razrabotke otraslevoj ramki kvalifikatsiy i professional'nyh standartov po napravleniyu «Agropromyshlennyj kompleks» / Konsorcium Associatsiy APK, Almaty. 83 p.

5 Cifrovaya transformatsiya otraslej: startovye usloviya i priority (2021) [Digital transformation of industries: starting conditions and priorities]. Doklady k XXII Apr. mezhdunar.

nauch. konf. po problemam razvitiya ekonomiki i obshchestva, Moskva, 13–30 apr. 2021 g. Moskva: Izdatel'skij dom Vysshej shkoly ekonomiki, 2021. – 239 p.

6 Nil'son D., YUan'-Tin Men, Bujvolova A., Akopyan A. (2018) Raskrytie potentsiala cifrovyyh tekhnologij v sel'skom hozyajstve Rossii i poisk perspektiv dlya malyh fermerskih hozyajstv. Analiticheskij doklad. [The disclosure of the potential of digital technologies in agriculture in Russia and the search for prospects for small farms. Analytical report]. Mezhdunarodnyj bank rekonstrukcii i razvitiya. Vsemirnyj bank. Vashington. 2018. – 51 p.

7 Xu J., Gu B., Tian G. Review of agricultural IoT technology // Artificial Intelligence in Agriculture. – 2022. – Vol. 6. – p. 10-22. <https://doi.org/10.1016/j.aiia.2022.01.001>

8 Abbasi R., Martinez P., Ahmad R. The digitization of agricultural industry – a systematic literature review on agriculture 4.0 // Smart Agricultural Technology, – 2022. – Vol. 2. – 100042, – ISSN 2772-3755, <https://doi.org/10.1016/j.atech.2022.100042>

9 Zhang H. et al. LoRaWAN based internet of things (IoT) system for precision irrigation in plasticulture fresh-market tomato // Smart Agricultural Technology, – 2022. – Vol. 2. – 100053., <https://doi.org/10.1016/j.atech.2022.100053>

10 Heri Andrianto, H. et al. Performance evaluation of IoT-based service system for monitoring nutritional deficiencies in plants // Information Processing in Agriculture, – 2021. – ISSN 2214-3173, <https://doi.org/10.1016/j.inpa.2021.10.001>

11 Rahman H. et al. IoT enabled mushroom farm automation with Machine Learning to classify toxic mushrooms in Bangladesh // Journal of Agriculture and Food Research, – 2022. – Vol. 7. – 100267, <https://doi.org/10.1016/j.jafr.2021.100267>

12 Jamroen C., Yonsiri N., Odthong T., Wisitthiwong N., Sutawas Janreung S. A standalone photovoltaic/battery energy-powered water quality monitoring system based on narrowband internet of things for aquaculture: Design and implementation. // Smart Agricultural Technology, – 2022. – Vol. 3. – 100072, – ISSN 2772-3755, <https://doi.org/10.1016/j.atech.2022.100072>

13 Abbasi R., Martinez P., Ahmad R. The digitization of agricultural industry – a systematic literature review on agriculture 4.0 // Smart Agricultural Technology, – 2022. – Vol. 2. – 100042, – ISSN 2772-3755, <https://doi.org/10.1016/j.atech.2022.100042>

14 Rejeb A., Abdollahi A., Rejeb K., Treiblmaier H. Drones in agriculture: A review and bibliometric analysis // Computers and Electronics in Agriculture. – 2022. – Vol. 198. – 107017 – ISSN 0168-1699, <https://doi.org/10.1016/j.compag.2022.107017>

15 Vayssade J., Arquet R., Bonneau M. Automatic activity tracking of goats using drone camera // Computers and Electronics in Agriculture. – 2019. – Vol. 162. – p. 767-772, <https://doi.org/10.1016/j.compag.2019.05.021>

16 Mammarella M., Comba L., Biglia A., Dabbene F., Gay P. Cooperation of unmanned systems for agricultural applications: A theoretical framework. // Biosystems Engineering. – 2021. – ISSN 1537-5110, <https://doi.org/10.1016/j.biosystemseng.2021.11.008>

17 Ali A.M. et al. Crop Yield Prediction Using Multi Sensors Remote Sensing (Review Article) // The Egyptian Journal of Remote Sensing and Space Science. – 2022. – ISSN 1110-9823, <https://doi.org/10.1016/j.ejrs.2022.04.006>.

18 Liu C. et al. Research advances of SAR remote sensing for agriculture applications: A review // Journal of Integrative Agriculture. – 2019. – Vol. 18. – Issue 3 – p. 506-525 – ISSN 2095-3119, [https://doi.org/10.1016/S2095-3119\(18\)62016-7](https://doi.org/10.1016/S2095-3119(18)62016-7)

19 Hafeez A. et al. Implementation of drone technology for farm monitoring & pesticide spraying: A review // Information Processing in Agriculture – 2022. – ISSN 2214-3173. <https://doi.org/10.1016/j.inpa.2022.02.002>

20 Pylaniadis C., Osinga S., Athanasiadis I. N. Introducing digital twins to agriculture // Computers and Electronics in Agriculture – 2021. – 105942 – ISSN 0168-1699 <https://doi.org/10.1016/j.compag.2020.105942>

21 Verdouw C., Tekinerdogan, B., Beulens, A., Wolfert, S. Digital twins in smart farming // Agricultural Systems, – 2021. – Vol. 189. – 103046 – ISSN 0308-521X <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2020.103046>

22 Konuspaev R.K., Demesinov T. Zh., Taipov T.A. (2020) Kazakstan Respublikasynyn auyly sharuashylygyndagy zhana tekhnologiyalar [New technologies in agriculture of the Republic of Kazakhstan]. Problemy agrorynka, no. 1., pp. 34-40.

РЕЗЮМЕ

В исследовательских работах рассматриваются пути достижения новых достижений посредством цифровой трансформации сельского хозяйства и развития цифровых технологий. В статье приведены результаты использования методов космического мониторинга для оценки состояния и продуктивности пастбищных угодий на примере одной из областей Казахстана.

В сельском хозяйстве в целом цифровые технологии развиваются и внедряются очень быстрыми темпами. Наличие большого количества разработчиков по всему миру привело к усилению конкуренции между ними и поиску наиболее передовых и в то же время доступных технологий соответственно. Таким образом, из года в год цифровые технологии становятся все более дешевыми и доступными для средних, а иногда даже мелких фермерских хозяйств.

Но есть ряд препятствий для внедрения этих технологий. Самым важным из них является цифровая грамотность населения. Результаты исследования показывают, что, хотя инструментальная часть цифровых технологий относительно недорога, ее стоимость программного обеспечения значительно выше. Поэтому для полноценного развертывания цифровых систем необходимо приобрести комплекс программ и при этом ежегодно продлевать лицензии на них. Проведенный анализ показывает, что только крупные фермерские хозяйства могут оплачивать эти расходы.

Поэтому на сегодняшний день наиболее актуальной задачей является подготовка отечественных IT-специалистов и достижение новых достижений через возможную цифровую трансформацию и развитие цифровых технологий.

УДК 664.002.3.004.4

МРНТИ 65.01, 65.59, 65.63

DOI 10.56339/2305-9397-2022-4-3-176-194

Вербицкий С.Б., кандидат технических наук, заместитель заведующего отделом информационного обеспечения, стандартизации и метрологии, **основной автор**, <https://orcid.org/0000-0002-4211-3789>

Институт продовольственных ресурсов Национальной академии аграрных наук Украины, ул. Е. Сверстюка, 4а, г. Киев 02002, Украина, ipr_2018@ukr.net

Куць А.И., кандидат экономических наук, заведующий отделом информационного обеспечения, стандартизации и метрологии, <https://orcid.org/0000-0002-2855-0659>

Институт продовольственных ресурсов Национальной академии аграрных наук Украины, ул. Е. Сверстюка, 4а, г. Киев 02002, Украина, ipr_2018@ukr.net

Козаченко О.Б., главный инженер отдела информационного обеспечения, стандартизации и метрологии, <https://orcid.org/0000-0002-2189-9583>

Институт продовольственных ресурсов Национальной академии аграрных наук Украины, ул. Е. Сверстюка, 4а, г. Киев 02002, Украина, ipr_2018@ukr.net

Пацера Н.Н., главный инженер отдела информационного обеспечения, стандартизации и метрологии, <https://orcid.org/0000-0001-8737-9997>

Институт продовольственных ресурсов Национальной академии аграрных наук Украины, ул. Е. Сверстюка, 4а, г. Киев 02002, Украина, ipr_2018@ukr.net

Verbytskyi S. B., PhD, Engineering, Deputy Head of Department of Informational Support, Standardization and Metrology, **main author**, <https://orcid.org/0000-0002-4211-3789>

Institute of Food Resources of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine, Ye. Sverstiuk St., 4a, Kyiv 02002, Ukraine, ipr_2018@ukr.net

Kuts A. I., PhD, Economics, Head of Department of Informational Support, Standardization and Metrology, <https://orcid.org/0000-0002-2855-0659>

Institute of Food Resources of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine, Ye. Sverstiuk St., 4a, Kyiv 02002, Ukraine, ipr_2018@ukr.net

Kozachenko O. B., Chief Engineer of Department of Informational Support, Standardization and Metrology, <https://orcid.org/0000-0002-2189-9583>

Institute of Food Resources of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine, Ye. Sverstiuk St., 4a, Kyiv 02002, Ukraine, ipr_2018@ukr.net