



УДК 911.2+ 911.52
МРНТИ39.03.19
DOI 10.37238/1680-0761.2021.84(4).49

Уалхан Д.Қ.*, Көшім А.Ғ.

әл-Фараби атындағы Қазақ Ұлттық университеті, Алматы, Қазақстан
***Корреспондент - авторы: ualkhan.dinara@mail.ru**

E-mail: ualkhan.dinara@mail.ru, asima.koshim@gmail.com

НАҚТЫ ЕГІНШІЛІК ЖҮЙЕСІНДЕ ДӘНДІ ДАҚЫЛДАРДЫҢ ӨНДІРІСТІК ПРОЦЕСІН БАСҚАРУ ТӘСІЛДЕРІ

***Андатпа.** Нақты егіншілік жүйелерінің құрылысы мен қолданылуы қашықтан зондтаудың үнемі жаңартылып отыратын деректерінің көп мөлшерін талап етеді. Нақты егіншілік жүйелерінде қолдануға арналған мәліметтер зерттелетін объектілердің кішігірім болуына байланысты жоғары кеңістіктік ажыратымдылыққа, жердің және топырақ биомассаның жағдайын зерттеуге жарамды диапазондағы арналарға ие болуға (тікелей немесе әр түрлі өсімдік индекстері арқылы) тиіс. Мақалада нақты егіншілік бойынша дәнді дақылдардың өнімділік элементтерінің орнығуы мен қалыптасуының биологиялық негіздеріне зерттеулер жүргізілген. Егіс алқабына тыңайтқыштарды саралап енгізу- нақты егіншіліктің маңызды экономикалық және экологиялық аспектілерінің бірі болып табылады. Тыңайтқыштарды дақылдардың қажеттіліктеріне сәйкес қолдану, бұл оларды пайдаланудың тиімділігін қамтамасыз етеді. Бұл технологияны пайдалану тыңайтқыштың құнын едәуір төмендетеді, және оларды мәдени өсімдіктердің қажеттілігіне байланысты енгізеді, сонымен қатар топырақтағы қоректік заттардың құрамын қамтамасыз етеді.*

***Кілт сөздер:** ауыл шаруашылығы, нақты егіншілік, ГАЖ, қашықтықтан зондтау, дәнді дақыл, тыңайтқыш, егістік алқабы.*

Кіріспе

Ауыл шаруашылығы өндірісіндегі ғылыми-техникалық серпіліске Smart Agriculture-тің негізгі сегменті болып табылатын нақты егіншілікке арналған цифрлық технологияларды қолданбай қол жеткізу мүмкін емес.

Нақты егіншілік - бұл спутниктік навигация жүйесі мен Жерді қашықтықтан зондтау (ЖҚЗ) деректерін қолдануға негізделген ауыл шаруашылығын басқарудың заманауи әдісі (Бычков және т.б., 2009 ж). Нақты егіншілікті дамыту, өз кезегінде, жаңа технологияларды ақпараттық қамтамасыз етудің неғұрлым жетілдірілген әдістемелік және құралдық базасын қажет етеді. Қазіргі егіншілік жүйесін ақпараттық қамтамасыз етудің ең маңызды ресурсы агроэкожүйелерді қашықтықтан зондтау әдістері мен құралдары болып табылады [1].

Қазіргі таңда егіншілік жүйесі тұрақты агротехнологиялық революция жағдайында. Бұл өткен ғасырдың 60-шы жылдарында интенсивті сорттарды құрумен басталған болатын (жасыл революция); 1980 жылы олар органогенездің микропериодтары бойынша өндіріс процесін басқара бастады (агрохимиялық); 1990-шы жылдардан бастап фермерлердің назары нақты ақпараттық технологияларға аударылды. Нәтижесінде дәнді дақылдардың орташа әлемдік өнімділігі 3 т/га, ал алдыңғы қатарлы Батыс Еуропа елдерінде- 8 т/га құрады. Сонымен қатар, барлық мемлекеттерде өнімділік деңгейі минералды тыңайтқыштарды қолдану деңгейіне тікелей байланысты болды [2].



Аграрлық әлемде соңғы 10 жыл ішінде «нақты егіншілік» терминіне назар аударыла бастады. Нақты егіншілік-өсімдік шаруашылығы технологиясының дақылдардың қалыптасу жағдайының өріс ішілік өзгергіштігіне бейімделуінің әлемдік тенденциясы [3]. Бұл Жаһандық жайғастыру технологиялары (GPS), географиялық ақпараттық жүйелелер (GIS), өнімділікті бағалау технологиялары (Yield Monitor Technologies), ауыспалы нормалау технологиясы (Variable Rate Technology) және жерді қашықтан зондтау (ЖҚЗ) технологияларынан тұратын, ауыл шаруашылығы менеджментінің жоғары технологиялық кешендік жүйесі болып табылады.

Микроэлектрониканың дамуындағы прогресс, ақпарат және телекоммуникациялық технологиялар, жоғары өнімді дамыту үлкен көлемдегі жады бар дербес компьютерлер, геоақпараттық жүйелерді (ГАЗ) дамыту және тиімді пайдалану нәтижесінде ауылшаруашылық машиналар мен жабдықтардың жұмыс процестерін және навигациялық есептеуді автоматты басқаруға арналған ГАЗ технологиялары, құрылғыларды интернетті кеңінен қолдану арқылы жүзеге асырылады.

Материалдар және зерттеу әдістері

Соңғы жылдары Қазақ егіншілік және өсімдік шаруашылығы ғылыми-зерттеу институты дәнді дақылдардың өндірістік процесін басқару бойынша зерттеулер жүргізуде.

XIX ғасырдың 60-жылдарында Ресей ғалымдары мәдени өсімдіктердің қасиеттері мен қоршаған орта жағдайына жауап беру қажеттілігін атап өтті. Мәдени өсімдіктер агротехникалық әдістердің көмегімен тамақтануға, су мен жарық режиміне жағдай туғызатын және жаңа, жетілдірілген формаларды таңдау бойынша жүйелі жұмыстар жүргізетін адамдардың әсеріне ұшырайды [4]. К.А.Тимирязев былай деп жазған: «Біз өсімдіктердің формасын тікелей қалыпқа келтіруді үйрендік және сабақтардың, жапырақтардың, гүлдердің пішінін физикалық әсермен яғни жарық, жылу, ылғалдың көмегімен өзгерте аламыз. Ғылымның бұл жаңа бағыты жалғыз ағымдардан өтіп, кең ағымға қосылады, бәлкім, XX ғасырдың шегінен асып кетеді» [5]. XX ғасырдың ортасында қоршаған орта жағдайларының әсері және өсімдіктердің оларға реакциясы олардың өмірінің әртүрлі кезеңдерінде біркелкі емес екендігі анықталды. Бұл жеке даму процесінде өсімдік мүшелерін отырғызу процесін бақылаудың биологиялық әдістерін жасауға, кейіннен олардың қалыптасуына мақсатты араласуға түрткі болды.

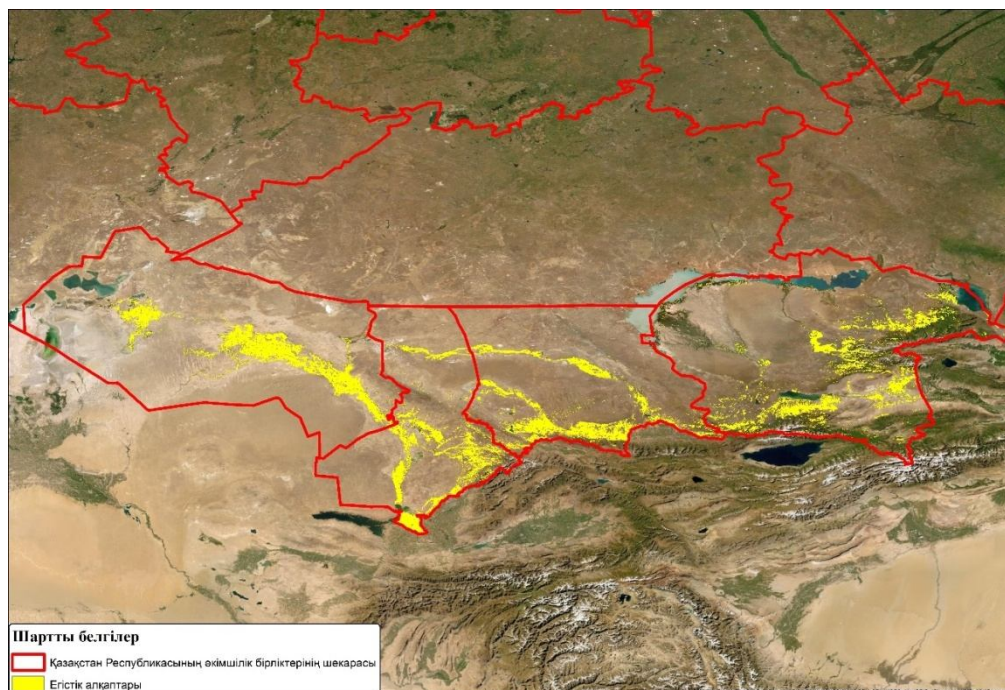
Зерттеу нысаны – Оңтүстік Қазақстанның ауылшаруашылық жерлері. Елімізде қазірдің өзінде 20-дан астам цифрлық ферма және 170-ке жуық озық фермалар жұмыс істейді. Ауыл шаруашылығы министрлігінің жоспарына сәйкес елімізде АӨК цифрландыру процесі аяқталғаннан кейін 2023 жылға қарай кемінде 20 цифрлық және төрт мың озық фермалар пайда болады деп күтілуде. Осы уақытқа дейін процестер мен мемлекеттік қызметтерді автоматтандыру 100% қамтамасыз етілуі тиіс. Әрине, әзірге елдегі фермалардың басым көпшілігі базалық болып табылады, бірақ ауыл шаруашылығын цифрландыру процесі жүріп жатыр.

Зерттеу нәтижесі

Нақты егіншіліктің негізі- алқаптарды картаға түсіру, өнімділікті болжау тетіктерін пайдалану, дақылдардың зиянкестерін тану. Іс жүзінде бұл GPS жүйелерін пайдалану арқылы жүзеге асырылады, мысалы, өңделмеген аудандарды анықтау, топырақты өңдеу құралдарын, түрлі технологияны пайдалану тиімділігін арттыру және өнімділікті картаға түсіру бағыттарын құру. Мұндай технологияда барлық карталар, барлық геодеректер сақталады және олар үнемі қол жетімді болады. Егер Қазақстан аумағының егіс алқаптарын нақты егіншілік жүйесі бойынша картаға түсіріп, деректер базасын жасайтын болса шығынды азайтып, егіс алқаптарының өнімін 2 есеге дейін көтеруге болады.

Ауыл шаруашылығы елдің қатаң климатына байланысты жоғары тәуекелді экономика секторларының санатына жатады, сондықтан Қазақстанға климаттық фактордың теріс әсерін төмендетуге мүмкіндік беретін нақты егіншілікке біртіндеп көшу қажет. Бүгінгі таңда

Қазақстанда АӨК цифрландыру, бірінші кезекте, GPS-навигация технологияларын, дрондарды, электрондық карталарды және қатарлас жүргізу жүйелерін, яғни GPS-пен жүргізу жүйелерін енгізуді және кеңінен пайдалануды білдіреді, олар машиналарды жер жырту және себу кезінде қозғалыстың нақты траекториясында ұстап, осылайша олқылықтар мен жабулардың алдын алады.



1-сурет - Оңтүстік Қазақстанның егістік алқабы орналасқан жер

Болашақта отандық ауыл шаруашылығы өндірісінің дамуы нақты егіншіліктің жаңа технологияларын интенсификациялаумен, дамытумен және игерумен байланысты. Осы өзекті мәселелерді шешу үшін тыңайтқыштарды қолдану кезінде дәнді дақылдардың өнімділік элементтерінің орнығуы мен қалыптасуының биологиялық негіздері бойынша зерттеулер жүргізу қажет [6, 7].

Дәнді дақылдардың даму жағдайын ескере отырып, тыңайтқыштарды қолдану суармалы ашық-қызылт топырақтың қоректену режиміне, өсімдіктердің өсуіне, дамуына және астық өнімділігіне әсер етудің тиімді әдісі болып табылатыны анықталды. Органогенездің маңызды кезеңдерінде тыңайтқыштарды қолдана отырып, өнімділік элементтерінің орналасуы мен түзілуін, жапырақтардың ассимиляциялық бетін дамытуды, биомасса түзілу динамикасын оңтайландыруға және сәйкесінше дәнді дақылдардың өнімділігін бақылауға болады [8].

Азот тыңайтқыштарын қолданған кезде бидай өсінділері 1,5–2 есеге артады, олардың азаюы 25,0–53,1%-ға төмендейді, ал даму циклін толық аяқтайтын бидай өсінділерінің үлесі бақылауға байланысты 76,3–94,4%-ға дейін артады. Азот тыңайтқыштарын органогенез кезеңдері бойынша қолдану жапырақтар көлемінің 1,9-2,4 есе ұлғаюына әкелетіні анықталды, оның ішінде тыңайтқыш енгізілген кезеңге байланысты жапырақтың ені 1,8-2,4 есе жапырақтың ұзындығы 1,2-2,2 есе көбейеді. Дәнді дақылдарға азот тыңайтқыштарын енгізу ең тиімді болды. Жоғарғы қабаттың екі жапырағының ассимиляция бетінің өлшемі мен бидайдың масақ түйіршіктерінің саны мен дәндерінің саны арасында, сәйкесінше $r = 0,767$ және $0,819$ арасында тығыз оң байланыстар орнатылды. Азот тыңайтқыштарын



енгізудің осы кезеңінде бидайдағы масақ саны - дәнді дақылдардың өнімділігінің маңызды көрсеткіші бақылауға қарағанда 1,4–1,7 есе жоғары болды.

Азот тыңайтқыштарының әсерінен бидай дәнінің өнімділігі 1,3–2,1 есе өсті. Сондай-ақ, дәнді дақылдардың өнімділігінің жоғарылығы оларды органогенездің микропериодтары бойынша өсімдіктердің даму жағдайын ескере отырып қолданған кезде де байқалды.

Осылайша, тыңайтқыштарды уақтылы және нақты қолдана отырып, органогенездің дақыл түзуге жауапты микропериодтары өсімдіктердің фотосинтетикалық белсенділігінің негізгі көрсеткіштеріне, өнімділік элементтеріне, демек, егіннің мөлшері мен сапасына әсер етуі мүмкін.

Топырақ құнарлылығының өзгеру деңгейін анықтайтын негізгі көрсеткіштердің бірі қарашірік пен тағы басқада топырақтағы негізгі қоректік заттардың дифференциациясы. Осыған байланысты, нақты егіншіліктің элементтерінің бірі тыңайтқыштарды дифференциалды қолдану болып табылады.

Тыңайтқыштарды дифференциалды қолдану бойынша далалық тәжірибелер жүргізу әдістемесі дала тәжірибесінің дәстүрлі әдістерінен айтарлықтай ерекшеленеді, өйткені егіс алқаптарында топырақ құнарлылығының бірдей болмайтындығына назар аудару керек.

Егер дифференциалды тыңайтқыш қолдану-егіс алқаптарында топырақ құнарлылығының айтарлықтай өзгерістері байқалса, тыңайтқыштың нақты есептелген мөлшерлемесі тек егістіктің қажетті бөліктерінде қолданылады.

Бұл технологияның артықшылығы минералды тыңайтқыштарды қолданудың экономикалық тиімділігінің артуымен қатар, ауылшаруашылық өндіріс үшін химиялық заттардың шамадан тыс мөлшерімен қоршаған ортаны ластау қаупін азайту болып табылады.

Тыңайтқыштарды дифференциалды қолдану екі негізгі жолмен жүзеге асырылады: on-line режимінде (нақты уақыт режимінде) және желіден тыс қосымшаларда (алдын-ала дайындалған өріс картасында).

Минералды тыңайтқыштарды off-line режимінде қолдану әдісі көптеген ғылыми еңбектерде сипатталған. Мысалы, В.А. Любич жұмысында[9] тыңайтқышты дифференциалды түрде қолдану желіде келесі тәртіпте жүзеге асырылды:

I кезеңде топырақтың қоректік элементтермен қамтамасыз етілуі туралы электронды карта жасалды. ClaasLexion 540С комбайндарының өнімділікті салыстыру жүйесін қолдана отырып, әр егіс алқаптарындағы өнімділік анықталады. Егін жинау кезінде алынған мәліметтер комбайнның борттық компьютерінің чип картасына жазылады. Содан кейін олар Agro-MapStart бағдарламасында өңделіп, егістіктің электрондық картасын өнімділігі бойынша алады. Өнімділікті талдау бойынша «өнімділігі төмен» егіс алқаптарындағы, яғни өнімділіктің минималды деңгейіндегі егіс алқаптарын анықтап осылайша, барлық егіс алқаптарын емес, «өнімділігі төмен» егіс алқаптарынан топырақ үлгілерін алуға мүмкіндік береді.

II кезең топырақ үлгілерін алу.

III кезең - жоспарланған дақылға тыңайтқыштар мөлшерін есептеу. Тыңайтқыштың есептелген мөлшерлемелерін SMS-Advanced бағдарламасында тыңайтқышты қолдануға арналған тапсырмалар картасында құрастырылады.

IV кезең - off-line режимінде тыңайтқыштарды дифференциалды қолдану. Тапсырмалар картасы Insight борттық компьютеріне жүктелді. Жұмыс аяқталғаннан кейін Insight тракторының борттық компьютері тапсырмаларды дайындалған карта бойынша орындайды[10].

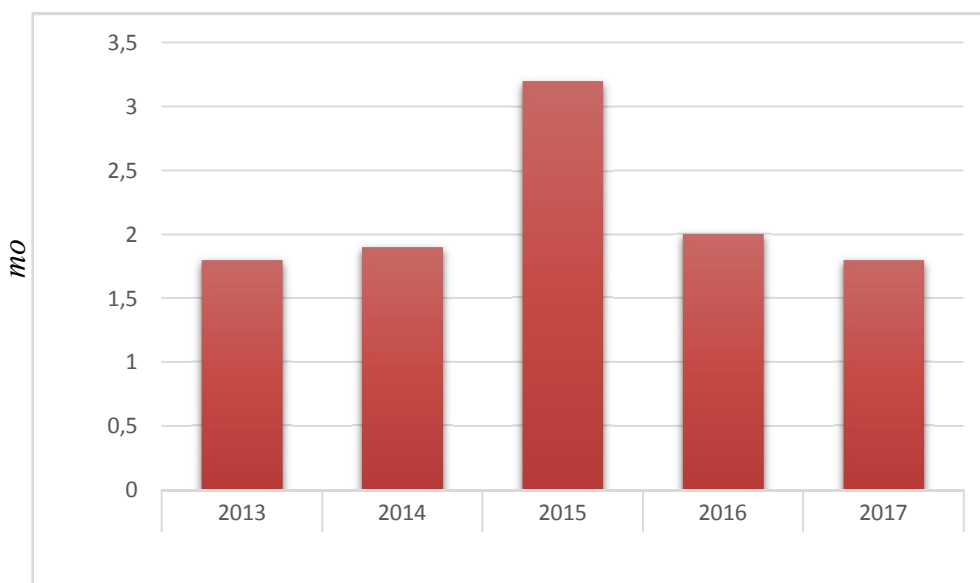
Басқарудың келесі иерархиялық деңгейі бөлек вегетациялық кезеңде жүзеге асырылады және технологиялық әсер етуді қамтамасыз етеді, оған жауап күнделікті уақыт шкаласында көрінеді. Айта кету керек, егістіктің үлкен көлеміне және технологияларды іске асыру кезінде жұмсалатын ресурстардың елеулі жалпы шығынына, сондай-ақ технологиялық машиналар тарапынан жедел әсер етудің айтарлықтай шектеулі қуатына байланысты бір



ауыл шаруашылығы жылы ішінде пайдаланылатын әрбір технологиялық ресурстың шығынын алдын ала анықтау қажет екенін атап өту қажет. Бұл технологиялық басқарудың жалпы мәселесін шешу сатысы болып табылатын екінші кезеңде жүзеге асырылады.

Басқарудың алғашқы екі жоғарғы сатысы бағдарламалық немесе жоспарлау болып табылады, яғни олар ауылшаруашылық технологияларын басқару ресурстарын сандық бағалау және пайдалану әдістерін анықтайды. Сондықтан қабылданған Халықаралық терминологияға сәйкес оларды off-line 1 және off-line 2 кезеңі ретінде белгілеуге болады [11].

Егістік бойынша мелиорант дозаларын енгізу реттілігі түрінде агротехнологияны стратегиялық басқарудың бір түрін іске асыру диаграммасы ұсынылған (off-line 1). Бұл стратегияны орындау топырақ қышқылдығының оңтайлы деңгейін ұстап тұру арқылы дақылдың жоғалуының орташа қаупін азайтуға мүмкіндік береді. Осы деңгейде басқаруды жүзеге асыру үшін ЖҚЗ деректері бойынша егін жинау кезіндегі топырақтың химиялық жай-күйінің параметрлерін бағалау қажет (Михайленко, 2017).



2-сурет - Топырақ мелиорантының шығыны

Технологиялық бақылауды нақты уақыт режимінде жүзеге асыру үшін үшінші on-line кезеңін енгізу қажет, онда негізгі ресурстық бақылау бір мезгілде кен орнының кеңістіктегі біркелкі еместігі мен уақытша белгісіздіктің орнын толтырумен жүзеге асырылады.

Нақты егіс жылдары бойынша мелиорант дозаларын енгізу реттілігі түрінде агротехнологияны стратегиялық басқарудың бір түрін іске асыру диаграммасы ұсынылған (off-line 1). Мұндай стратегияны жүзеге асыру топырақ қышқылдығының оңтайлы деңгейін сақтау арқылы егіннің жоғалуының орташа тәуекелдерін барынша азайтуға мүмкіндік береді. Бұл деңгейде бақылауды жүзеге асыру үшін қашықтықтан зондтау деректерін пайдалана отырып, жинау кезіндегі топырақтың химиялық күйінің параметрлерін бағалау қажет [12].

Ауыл шаруашылығы дақылдарының жай-күйі мен топырақ ортасының параметрлерін бағалау нақтыегіншілікте агротехнологияларды басқару жүйесін қалыптастыру үшін ақпараттық негіз болып табылады. Сонымен қатар, дақылдардың басқару әсеріне байланысты уақыт бойынша айтарлықтай өзгересі жағдайдың параметрлеріне де, басқару мақсаттары мен оптималдылық критерийлеріне де байланысты бірнеше келісілген деңгейлер бойынша басқаруды ұйымдастыру қажеттілігіне әкеледі.

Стратегиялық деп атауға болатын ең жоғарғы деңгейде басқару болуы керек, оған реакция бірнеше ауылшаруашылық маусымында көрінеді. Бұл ұзақ әсер ететін тыңайтқыштар мен мелиоранттардың мөлшерін неғұрлым қатаң негіздеуге және сол арқылы



егістерде дақылдардың өзгеруі мен тыңайтқыштардың артық шығынын болдырмауға, сондай-ақ топырақ құнарлылығын ұзақ уақыт тұрақтандыруға мүмкіндік береді [13].

40 гектар аумаққа фосфор тыңайтқыштарын саралап енгізу нәтижесінде ауылшаруашылық дақылдарын өсіруде оффлайн әдіспен дифференциалды енгізуді қолдану қымбат минералды тыңайтқыштарды ұтымды пайдалануға мүмкіндік беретіні анықталды. Бұл дәстүрлі фондық әдіспен салыстырғанда өңделетін алқапты гектарына шамамен 3000 тг дейін үнемдейді.

Қорытынды

Тыңайтқыштарды өсімдіктердің қажеттіліктеріне сәйкес қолдану, бұл оларды қолданудың тиімділігін қамтамасыз етеді. Тыңайтқыштарды саралап енгізу- нақты егіншіліктің маңызды экономикалық және экологиялық аспектілерінің бірі болып табылады. Бұл технологияны және жабдықты пайдалану тыңайтқыштың құнын едәуір төмендетеді, яғни оларды мәдени өсімдіктердің қажеттілігіне байланысты енгізеді, сонымен қатар топырақтағы қоректік заттардың құрамын қамтамасыз етеді.

Ауыл шаруашылығында Жерді қашықтықтан зондтау (ЖҚЗ) құралдарын қолданудың заманауи әдістерін әзірлеу ауыл шаруашылығы алқаптарының жай-күйін бағалаудың қарапайым әдістерінен ауыл шаруашылығы дақылдарының жай-күйі параметрлерін онтайлы бағалаудың классикалық процедураларына көшуге бағытталған. Мұндай көшу скалярлық индекстердің орнына ауыл шаруашылығы дақылдарының күйін және топырақ ортасын бақылау міндеттерін анықтайтын көпкомпонентті параметрлерді бағалауды қолдануды білдіреді. Бұл ауысуды қашықтықтан зондтау құралдарының өздері де, ауыл шаруашылығы дақылдары мен топырақ ортасының жай-күйі параметрлерінің динамикасының адекватты математикалық үлгілерін жасамай жүзеге асыру мүмкін емес.

Бұл ретте қашықтықтан зондтау деректерін алу тәртібі ауылшаруашылық дақылдарының жай-күйінің параметрлерін жанама өлшеу ретінде қарастырылады және осы параметрлер туралы кейінгі ақпараттың көзі болып табылады.

Өз кезегінде, осы параметрлерге әсер ететін негізгі факторларды ескеретін дақылдар мен топырақ ортасының жай-күйі параметрлері динамикасының модельдері ақпарат көзі болып табылады.

ӘДЕБИЕТ

[1] Бычков И.В. Внедрение навигационных систем GPS/ГЛОНАСС и геоинформационных технологий в задачах точного земледелия [Электронный ресурс] / И.В. Бычков, Н.Г. Луковников //–2009,С. 135-140. – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/vnedrenie-geoinformatsionnyh-tehnologiy-i-navigatsionnyh-sistem-v-zadachah-tochnogo-zemledeliya/viewer>

[2] Щербаков С.И. Основные этапы внедрения системы точного земледелия в современном сельском хозяйстве [Электронный ресурс] / С.И Щербаков //Электротехника, электронная техника, информационные технологии. – 2008.– С. 56-59.– Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/osnovnye-etapy-realizatsii-sistemy-tochnogo-zemledeliya-v-sovremennom-selskom-hozyaystve/viewer>

[3] Кирюшин В.И. Технологическая модернизация сельского хозяйства в России / В.И. Кирюшин // Сельское хозяйство. – 2015. – № 6.–С. – 6.

[4] Якушев В.П. Точное земледелие: теория и практика / В.П. Якушев, В.В. Якушев // – Санкт-Петербург. –2016. – С. –773–784.

[5] Якушев В. П. Выделение однородных зон на поле по урожайности отдельных участков / В. П. Якушев, В. М. Буре, В. В. Якушев // Докл. РАСХН. –2007. –№ 3. –С. 33–36

[6] Рамазанова Ф.М. Күріштің өсуі мен дамуын бақылау бойынша әдістемелік ұсынымдар / Ф.М. Рамазанова // – Алматы. – 2016. – С. 21.



- [7] Сайт журнала Агробизнес. Казахстан [Электронный ресурс] / – Режим доступа: <https://agbz.kz/zatraty-na-cifrovizaciju-i-tochnoe-zemledelie-budut-subsidirovat/>
- [8] Михайленко И.М. Теоретические основы и техническая реализация управления агротехнологиями / И.М. Михайленко // – СПб.: СПбГТУ.– 2017. – С. 250.
- [9] Любич В.А. Дифференцированное осеменение в системе точного земледелия / В.А. Любич, Ф.Г. Бакиров, А.П. Долматов // – Алматы. – 2012. – С. – 73-75.
- [10] Ниловская Н.Т. Изучение методов контроля урожайности растений для реализации их потенциала / Н.Т. Ниловская // – Агрохимия.– 2015. – № 6. – С. – 24.
- [11] Кененбаев С.Б. Дәнді дақылдардың өсуі мен дамуы / С.Б. Кененбаев, С.Б. Рамазанова, Г.Ш. Баймағанова // – Алматы. – 2008. – 27 б.
- [12] Михайленко И. М., Тимошин В. Н. Управление химическим состоянием почв на основе данных дистанционного зондирования Земли / И. М. Михайленко, В. Н. Тимошин // – Санкт-Петербург. – 2018. – С. – 63-74.
- [13] Михайленко И. М. Теоретические основы и техническая реализация управления агротехнологиями. СПб.: СПбГТУ, 2017. 250 с.

REFERENCES

- [1] Bychkov, I.V. & Lukovnikov N.G (2009). Vnedreniye navigatsionnykh sistem GPS/GLONASS i geoinformatsionnykh tekhnologiy v zadachakh tochnogozemledeliya [Introduction of GPS/GLONASS navigation systems and geoinformation technologies in precision farming tasks]. Retrieved from <https://cyberleninka.ru/article/n/vnedrenie-geoinformatsionnyh-tehnologiy-i-navigatsionnyh-sistem-v-zadachah-tochnogo-zemledeliya/viewer> [in Russian].
- [2] Shcherbakov, S.I. (2008). Osnovnyye etapy vnedreniya sistemy tochnogozemledeliya v sovremennom sel'skomkhozyaystve [The main stages of the introduction of precision farming in modern agriculture] Retrieved from <https://cyberleninka.ru/article/n/osnovnyye-etapy-realizatsii-sistemy-tochnogo-zemledeliya-v-sovremennom-sel'skom-hozyaystve/viewer> [in Russian].
- [3] Kiryushin, V.P. (2015) Tekhnologicheskaya modernizatsiya sel'skogokhozyaystva v Rossii [Technological modernization of agriculture in Russia]. Sel'skoe khozyaystvo – 2015 [in Russian].
- [4] Yakushev, V.P. & Yakushev, V.V. (2016) Tochnoye zemledeliye: teoriya i praktika [Precision farming: theory and practice] Sankt Peterburg. –2016 [in Russian].
- [5] Yakushev, V. P., Bure, V. M. & Yakushev, V. V. (2007) Vydeleniye odnorodnykh zon na pole po urozhaynosti otdel'nykh uchastkov [Al location of homogeneous zones in the field according to the yield of individual plots] Dokl. RASKHN. –2007 [in Russian].
- [6] Ramazanova, F.M. (2016) Kurishtin osui men damuyn bakylau boyynsha adistemelik usynymdar [Methodological recommendations for monitoring the growth and development of rice] – Almaty. – 2016 [in Kazakh].
- [7] Sayt zhurnala Agrobiznes.Kazakhstan [Site of journal Agrobiznes.Kazakhstan] agbz.kz Retrieved from <https://agbz.kz/zatraty-na-cifrovizaciju-i-tochnoe-zemledelie-budut-subsidirovat/> [in Russian].
- [8] Mikhaylenko, I.M. (2017) Teoreticheskiye osnovy i tekhnicheskay arealizatsiya upravleniya agrotekhnologiyami [Theoretical foundations and technical implementation of agrotechnology management] – SPb.: SpbGTU.– 2017. [in Russian].
- [9] Lubchich, V.A., Bakirov, F.G. & Dolmatov, A.P. (2012) Differentsirovannoye osemneniye v sistemetochnogo zemledeliya [Differentiated insemination in the precision farming system] – Almaty. – 2012 [in Russian].
- [10] Nilovskaya, N.T. (2015) Izucheniye metodov kontrolya urozhaynosti rasteniy dlya realizatsii ik hpotentsiala [Study of methods for monitoring the yield of plants to realize their potential] – Agrochemistry [in Russian].



[11] Kenenbayev, S.B., Ramazanova, S.B. & Baymaganova, G.Sh. (2008) Dandy dakyldardyn osui men damuy [Growth and development of cereals] Almaty. [in Kazakh].

[12] Mikhaylenko, I. M. & Timoshin, V. N. (2018) Upravleniye khimicheskim sostoyaniyem pochv na osnove dannykh distantsionnogo zondirovaniya Zemli [Management of the chemical state of soils based on remote sensing data of the Earth]. Sankt Peterburg. –2016 [in Russian]

[13] Mikhaylenko, I. M. (2017) Teoreticheskiye osnovy i tekhnicheskaya realizatsiya upravleniya agrotekhnologiyami [Theoretical foundations and technical implementation of agrotechnology management] SPb.: SpbGTU, 2017 [in Russian].

Уалхан Д.К., Көшім А.Ғ.

СПОСОБЫ УПРАВЛЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫМ ПРОЦЕССОМ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР В СИСТЕМЕ ТОЧНОГО ЗЕМЛЕДЕЛИЯ

Аннотация. Строительство и эксплуатация систем точного земледелия требует большого количества данных дистанционного зондирования, которые постоянно обновляются. Данные для использования в системах точного земледелия должны иметь высокое пространственное разрешение из-за небольшого размера изучаемых объектов, временного разрешения мониторинга состояния почвы и каналов в диапазоне, подходящем для изучения биомассы почвы (напрямую или через различные индексы растений). В статье проведены исследования биологических основ установления и формирования элементов продуктивности зерновых культур по точному земледелию.

Ключевые слова: Сельское хозяйство; точное земледелие; ГИС; дистанционное зондирование; удобрения; пашня; плодородие почвы.

Ualkhan Dinara, Koshim Asima

METHODS OF MANAGING THE PRODUCTION PROCESS OF GRAIN CROPS IN THE PRECISION FARMING SYSTEM

Annotation. The construction and operation of precision farming systems requires a large amount of remote sensing data, which is constantly updated. Data for use in precision farming systems should have a high spatial resolution due to the small size of the studied objects, the time resolution of monitoring soil conditions and channels in a range suitable for studying soil biomass (directly or through various plant indices). The article studies the biological foundations of the establishment and formation of elements of productivity of grain crops in precision farming.

Keywords: Agriculture; precision farming; GIS; remote sensing; fertilizing; arable land; soil fertility.