

А.Қ. Мақсұт<sup>1</sup>, Е.С. Нұрғизат<sup>1</sup>, Г. У. Кунакова<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Energo University, Алматы, Қазақстан

<sup>2</sup>Логистика және көлік академиясы, Алматы, Қазақстан

E-mail: y.nurgizat@aes.kz

## АВТОМАТТАНДЫРЫЛҒАН ӘМБЕБАП РОБОТ - КОМБАЙН

**Аңдатпа.** Бұл мақала агроөнеркәсіп кешенінің дамуын жетілдіруді мақсаттайтын, ауыл шаруашылығын автоматтандыру жолдарын қарастыру мен дамыту мақсатында жазылған. Мақалада әлемдік тәжірибедегі робот-комбайнды автоматтандыру бағытындағы түрлі әдістер, үлгілерге шолу жасалып, соған сай құрылысы қарапайым, өзіндік құны арзан, заманауи және жоғары өнімділікті автоматтандырылған әмбебап робот-комбайн жасау үлгісі көрсетілді. Онымен қоса, оның жасалу жолы, қолданылған материалдар, дәлелдеме есептеулері ұсынылған.

**Түйінді сөздер.** Робот-комбайн, себу комбайны, автоматтандыру, соқа, агроөнеркәсіптік робот.

### Кіріспе.

Ауыл шаруашылығы – мемлекетіміздің экономикасын дамытудың басым бағыттарының бірі. Соңғы жылдары елімізде шаруаларды қолдауға арналған мемлекеттік бағдарламалар жүзеге асырылуда [1]. Бірақ бұған қоса, отандық компаниялар, оның ішінде ауыл шаруашылығы техникасын шығарумен айналысатындар да нарықтың дамуында үлкен рөл атқарады. Олар өнім түрін кеңейтіп, шаруаларға техниканың қолжетімділігін арттыруға тырысуда. Кез келген мемлекеттің міндеті – елдің азық-түлік қауіпсіздігін қамтамасыз ету. Осы мақсатқа жету үшін ол өзінің азық-түлік өндірісін дамытуға қолдау көрсетуге ұмтылады. Жақында ауыл шаруашылығы тауарын өндірушілермен кездесуінде Президент Қасым-Жомарт Тоқаев аграрлық сектордың табысты дамуы республиканың бүкіл экономикасының бәсекеге қабілеттілігін айқындайтынын атап өтті [2]. Тозығы жеткен ауыл шаруашылығы техникасының паркі еліміздің агроөнеркәсіп кешенінің дамуын қиындатып, қазақстандық дикандардың өнімінің бәсекеге қабілеттілігіне әсер етеді. Сондықтан өндіріс құралдарымен қамтамасыз ету кез келген сала үшін негізгі мәселе болып табылады. Мысалы, көршілес бірқатар елдерде отандық өндірілген ауыл шаруашылығы техникасының жартысы немесе одан да көп бөлігі пайдаланылады. Сондай-ақ, тозығы жеткен техниканы пайдалану шаруа қожалықтарының және тұтастай алғанда бүкіл ауыл шаруашылығы саласының экономикалық тиімділігін айтарлықтай төмендетеді [2].

Осыған сай, «Автоматтандырылған әмбебап робот – комбайн» мақаласының мақсаты: еліміздің ауыл шаруашылығы процестерін оңтайландыру, өндіріс тиімділігін арттыру және осы саланың экономикалық тұрақтылығын арттыру үшін автоматтандырылған әмбебап робот комбайндарын енгізу әлеуетін бағалау.

### Материалдар мен тәсілдер.

Бұл бөлімде ұсынылған дизайнды құрайтын негізгі компоненттер, сондай-ақ жүйенің тиімділігі мен функционалдығын анықтайтын олардың сипаттамалары егжей-тегжейлі қарастырылады. Бөлімде әзірленген жүйенің құрылымы мен элементтері туралы барлық қажетті ақпаратты беруге арналған, зерттеу нәтижелерін кейінгі талдау және түсіндіру үшін іргелі негізді қамтамасыз етеді.

Қазіргі уақытта ауыл шаруашылығында өнімділікті арттырудың көптеген техникалық және технологиялық шешімдері бар, соның бірде-бір үлгісі ретінде пилотсыз басқару жүйесін енгізу жолы дамып келе жатыр. Үш негізгі пилотсыз басқару түрі ұсынылған [3]:

-ауыл шаруашылығында орындалатын технологиялық операциялардың барлық тізбесін және олардың сервистік инфрақұрылыммен өзара әрекеттесуін орындауға толық автономды;

-жергілікті станциялармен (тасымалданатын базалық станциялар) жаһандық позициялау және навигациялық құрылғылардың көмегімен операциялық орталықты пайдалана отырып, сондай-ақ машиналық көруді пайдалану арқылы ішінара автономды;

-жаһандық және жергілікті позициялау және навигациялық құрылғыларды пайдалана отырып, операциялық орталықты немесе басқару панелін пайдалана отырып ішінара басқару.

[3] көрсетілген әдістер қорытындысы бойынша екінші әдісін ұстану ұсынылды. Осыған сай, өзіндік ішінара автономды робот – комбайн жасалынды.

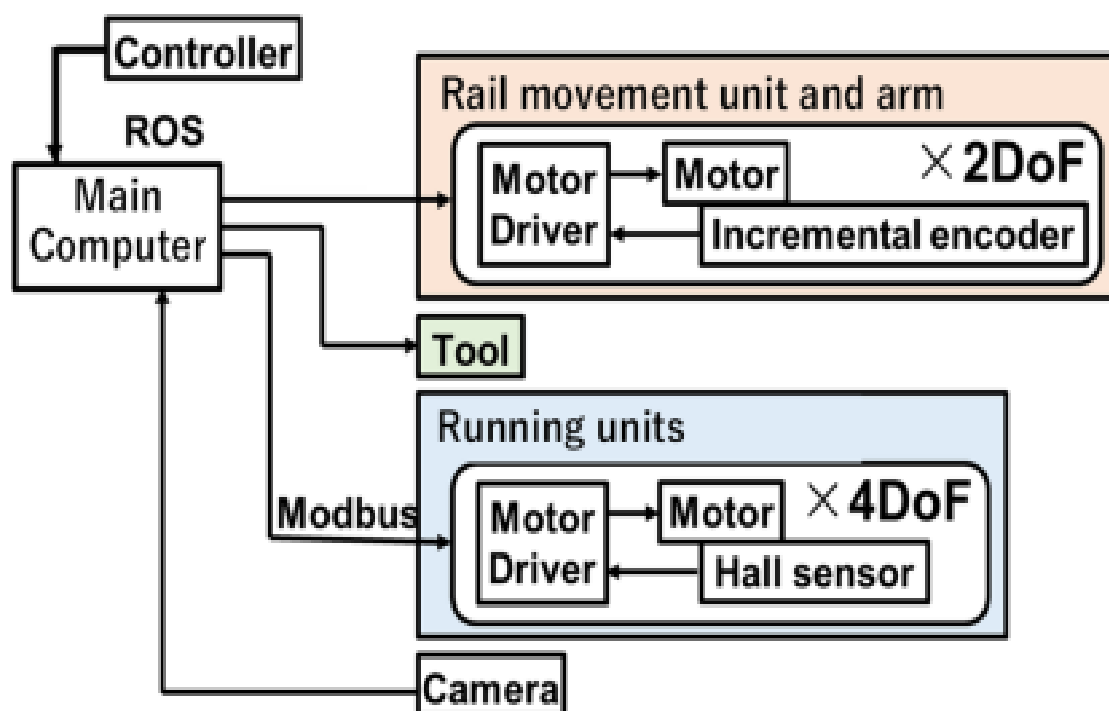
[4] мақалада - автоматты роботтандырылған ауылшаруышылық комбайндары үшін маңызды тақырыптардың бірі жұмыс жолын жоспарлау болып табылады. Бұл мақалада бір жолақта орналаспаған бидай немесе күріш жинау үшін робот комбайнының жолды автоматты жоспарлау алгоритмі сипатталған. RTK – GPS позициясы және IMU арқылы өлшенген дақыл аумағынан мыңдаған нүктелер құрылып, көпбұрышты оңтайлы жинау аймағын есептейді. Яғни, бұрыннан қолданылатын АВ төртбұрыш әдісі адам көмегімен жоспарланып, көбірек уақытты талап етеді. Егістік аумағы толықтай жоспарланбағандықтан үлкен шығынға алып келеді, соның шешімі ретінде арнайы көпбұрышты оңтайлы жинау әдісінің алгоритмі қарастырылған.

Бұл зерттеуде нақты уақыттағы жаһандық позициялау жүйесін (RTK - GPS) позициясын өлшеу үшін PG – S1 антеннасы бар TAPCON GB – 3 GPS қабылдағышы пайдаланылады. Бұл RTK – GPS робот комбайнының орнын, жүру бағытын және жылдамдығын қамтамасыз етіп, сонымен қатар  $\pm 2$  см позиция дәлдігін қамтамасыз етеді. RTK – GPS максималды жаңарту және шығыс жылдамдықтары 20 Гц – ке дейін. Төмен кідіріс конфигурациясы (жаңарту жылдамдығы: 5 Гц, кідіріс: 0,02 с, деректер сілтемесі: 115200 Bd) таңдалған. IMU (VECTORNNAV, VN – 100 моделі) робот комбайнының айналу бұрышын өлшеу үшін поза датчигі ретінде пайдаланылады. Осы мақала авторлары секілді, өзіндік қарапайым құрылым жасалынды.

[5] – бұл мақалада күн панельдері астындағы тығыз орналасқан, яғни комбайндар өте алмайтын аумақтарды егінді себу, кесу және жинау жұмыс жасай алатын робот құрастыру туралы жазылған. Біркелкі емес рельефте қозғалуға жеткілікті мүмкіндігі бар төрт доңғалақты механизм және басқару тапсырмаларын орындау кезінде құралдың орналасуы реттелетін екі ортогональды осьті механизм түрінде жасалған. Бұл робот далалық тәжірибеде сөре беткейлерінде тура қозғалып, кішігірім қадамдар мен арамшөптер сияқты кедергілерді еңсеріп, камерының кескіні арқылы дала жағдайын тануға негізделген құрал – маневр механизмін қолдана отырып, адам әрекетімен егін жинау және арамшөптерді жойып жақсы жеттістіктерге жеткен. Робот келесі бөліктерден құралған:

- қозғалмалы дөңгелектер;
- теміржол қондырғысы;
- телескопиялық қондырғы;
- кесу, жинау қондырғысы;
- тұқым себу механизмі және т.б.

Роботтың конфигурациясы 1-суретте ұсынылған, яғни барлық роботтағы компоненттер ROS (Robot Operating System) арқылы біріктірілген.



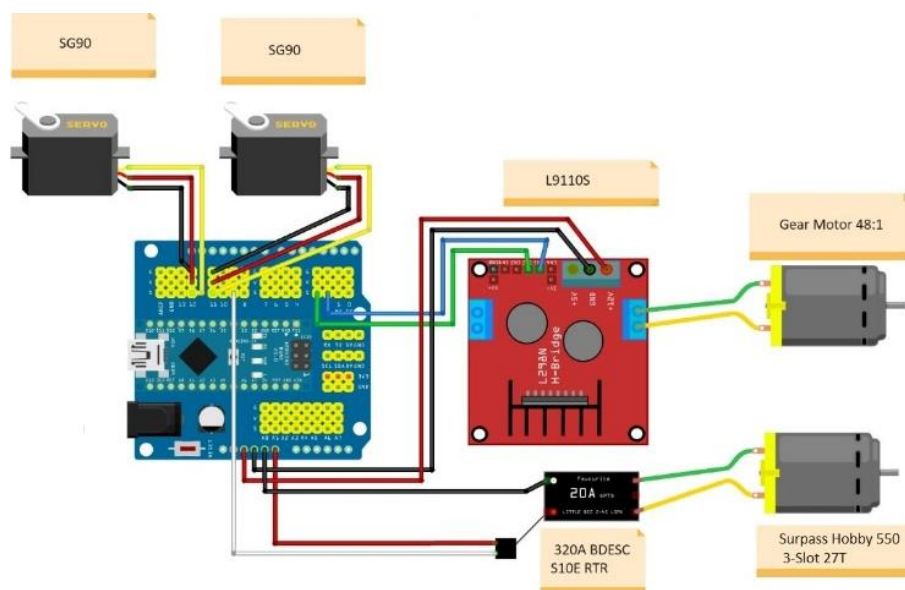
1 сурет – Робот жүйесінің конфигурациясы [6]

Негізгі компьютер мен жұмыс істейтін блоктар арасында Modbus байланысы және рельсті жылжыту блогы, құралдар мен камералар үшін USB байланысы пайдаланылды. Мотор драйвері ретінде BLVD40NM (Oriental Motor Co., Ltd., Токио, Жапония) жұмыс блогында және EPOS4 Compact 50/5 және EPOS4 Compact 50/8 (Maxon Co., Ltd., Sachseln, Швейцария) пайдаланылады [6]. Қозғалтқыштың шығыс кернеуі әрбір қозғалтқыш драйверіндегі жылдамдыққа пропорционалды туынды бақылау арқылы бақыланады.

Барлық мақаларды игере келе, келесідей автоматтандырылған универсалды робот – комбайнды ұсынылды. Робот – комбайн қатарлы егілетін (рядовой посев) дәнді дақылдар отырғызу үшін арналған жартылай автоматтандырылған робот–машина. 4 қатар бойымен жер қазылып, 1 с уақыт периодымен дән себіледі. Роботты универсалды ететін, оның ұсақ дән түріндегі егіндердің барлық түрлерін себу жұмыстарына қолдану мүмкіндігі бар.

Себетін робот-комбайн үшін жоғарыда ұсынылған алгоритмді, яғни көпбұрышты жұмысты жобалау қажеттілігі жоқ деп санадық. Себебі, бұл комбайнның жұмыс жасау принципі қатарлы егуге (рядовой посев) негізделген. Ол үшін стандартты төртбұрыш (AB) әдісі жеткілікті.

Робот-комбайнды жасаудағы мақсат автоматтандырылған, заманауи, өзіндік құны төмен, құрылысы қарапайым робот-машина жасау көзделді. Робот-комбайнның арзан болуының сыры үнемді материалдар мен инженерлік шешімдерді қолдануда жатыр. Комбайн роботының дизайнындағы қарапайымдылық пен тиімділіктің үйлесімі қатаң экономикалық критерийлерді орындай отырып, жоғары өнімділікті сақтауға мүмкіндік береді. Нәтижесінде, робот - комбайн тек технологиялық прогрестің символы ғана емес, сонымен қатар ауыл шаруашылығы кәсіпорындары үшін қолжетімді құралға айналады.



2 сурет – Робот-комбайн жүйесінің қосылу сұлбасы

Робот-комбайн басқару жүйесінің электр сұлбасы 2 - суретте көрсетілген.

Бұл сұлбада Arduino Nano микроконтроллері Arduino Nano үшін Sensor Shield Arduino кеңейту тақтасына қосылған, және ол кеңейту тақтасына 2 SG90 серво моторы қосылған, және D12 және D11 пиндеріне қосылған. L9110S - на D3 және D2 пиндері қосылады. D9 пиніне коллекторлық айналу реттегіші 320а BDESC S10E RTR қосылады.

Робот-комбайн басқару жүйесінің негізгі сипаттамасы 1 кестеде көрсетілген.

1 кесте – Arduino Nano сипаттамасы [6]

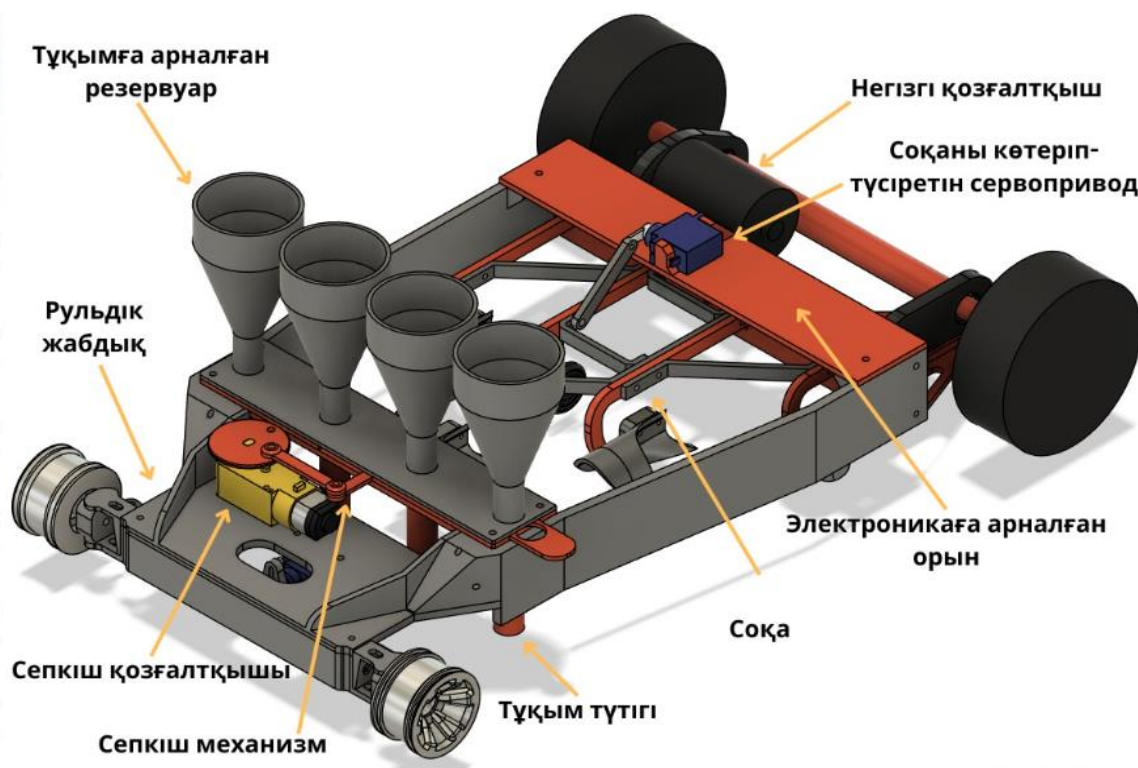
Біліктің диаметрі	3,5 мм
Кернеу	5 В
Сандық кірістер/шығыстар	14 (оның 6-сы PWM)
Аналогтық кірістер/шығыстар	8
Flash жады	32 КБ
Жедел жад (SDRAM)	2 КБ
Сағат жиілігі	16 МГц
Микроконтроллер	ATmega328

Робот-комбайнның 3D басып шығарылған прототипінің сипаттамасы (3 сурет) жер жыртуға және тұқым себуге арналған робот-комбайнның 3D басып шығарылған прототипі көрсетілген.

Алдағы уақытта робот – комбайнды дамытудың төменгідей перспективалары қарастырылады:

- орынды анықтауға арналған GPS сенсоры;
- кедергілерді анықтауға арналған қашықтық сенсорлары;
- жер жырту тереңдігін бақылау сенсорлары;
- тұқым деңгейін бақылау сенсорлары;
- жер жырту мен себу сапасын бақылау;
- операциялардың дәлдігінің жоғарылауы;
- комбайн жұмысын оңтайландыру.

Алдағы уақытта модель роботты жүйелердің жұмыс істеу принциптерін көрсету үшін, сондай-ақ 3D басып шығару және Arduino бағдарламалауды үйрету үшін пайдаланылуы мүмкін.



3 сурет – Комбайн күштік конструкциясының 3D моделі

### Нәтижелер мен талқылаулар.

Бұл бөлімде соқаның топырақпен әрекеттесуі кезіндегі күштер мен әсерлерді анықтауға бағытталған әдістер мен процестер кіреді. Бұл бөлімде соқаның 3D үлгісін жасау, материалдарды тағайындау, шекаралық шарттарды орнату және топырақ әсерінің модельдеулерін орындау үшін Autodesk Fusion 360 бағдарламалық құралы пайдаланылады.

Топырақ - қатты бөлшектерден, судан, ауадан және бір-бірімен әртүрлі пропорцияда қозғалатын тірі организмдерден тұратын көп фазалы дисперсті орта. Топырақтың қасиеттері топырақ өңдеу машиналарының сапасы мен энергия өнімділігі үшін өте маңызды.

Топырақтың құрамындағы минералдардың тығыздығы  $2,4 \dots 2,8 \text{ г/см}^2$ , қатты топырақ үшін  $2,4 \dots 2,7 \text{ г/см}^2$ , қарашірік топырақ үшін  $1,2 \dots 1,4 \text{ г/см}^2$ .

Тығыздық  $\rho$ , бұл абсолютты құрғақ топырақ массасы  $m$  мен оның көлемі  $V$ , 1 тендеу:

$$\rho = \frac{m}{V} . \quad (1)$$

Егістік жер үшін  $\rho = 1,0 \dots 1,1 \text{ г/см}$ , тығыздалған топырақ үшін  $\rho = 1,2 \text{ г/см}$ , қатты тығыздалған топырақ үшін  $\rho = 1,3 \dots 1,4 \text{ г/см}$ .

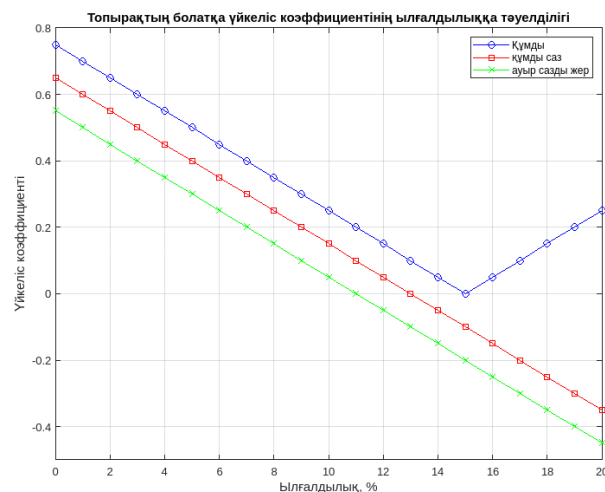
Машиналардың жұмыс бөліктерінің топыраққа үйкелісі көп энергияны босқа жұмсайды, сонымен қатар соқаның жұмыс бөліктері тозады.

Үйкеліс, яғни бір бетпен, екінші беттің бір-біріне кедергісі келесі 2 тендеу арқылы есептелінеді:

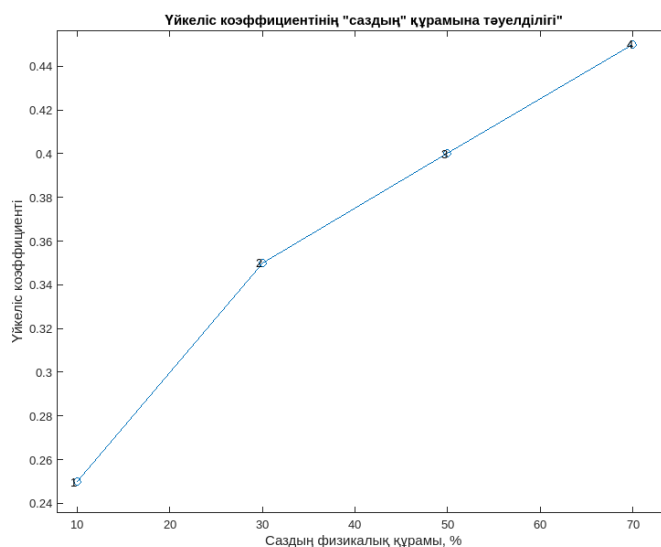
$$F = fN = Ntg\varphi, \quad (2)$$

мұндағы, N-нормал күш, Н, f және φ-үйкеліс бұрышы мен коэффициенті.

Үйкеліс күші коэффициентінің f-тың ылғал мен топырақ құрамына сай өзгерісі 2,3 - суретте ұсынылған.



2 сурет – Металлдың үйкеліс коэффициенті мен ылғалдылықтың байланыс графигі:  
1 – құмды, 2 – құмды саз, 3 – ауыр саздақтар мен саздар [7]



3 сурет – Топырақтың құрамына сай металлға үйкеліс коэффициенті байланысы:  
1 – құмды саз; 2 – саз; 3 – құм - сазды қара топырақ; 4 – сазды қара топырақ [7]

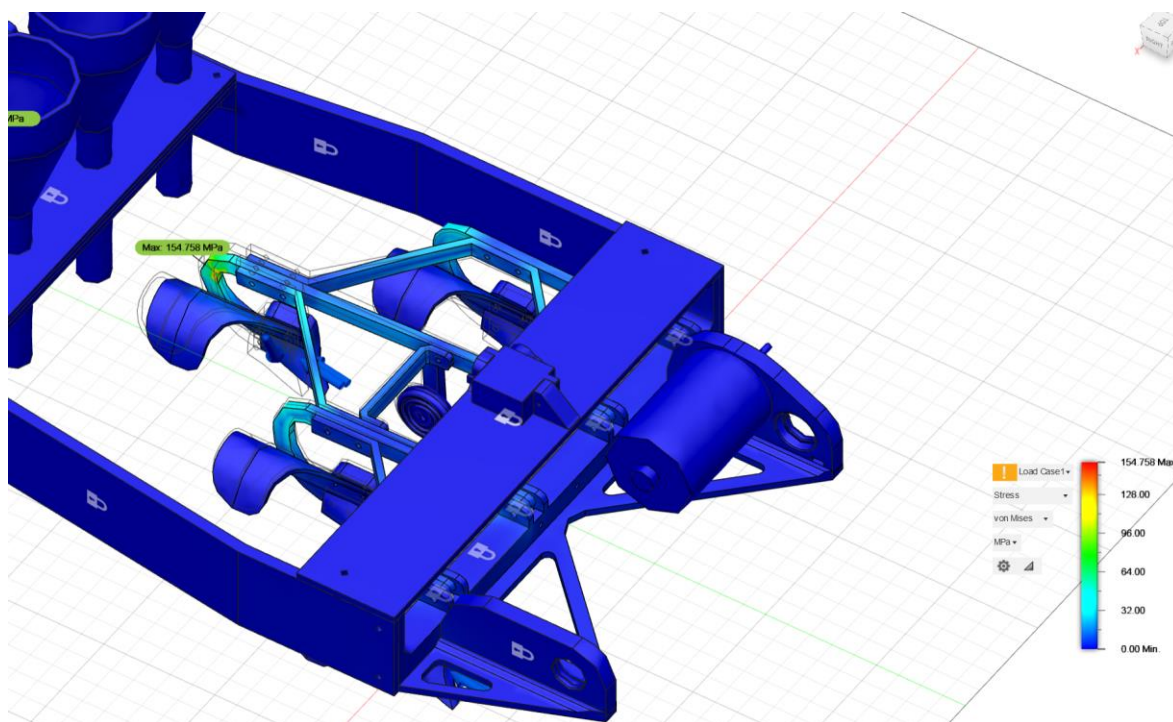
Жер жырту кезіндегі топырақтың меншікті кедергісі. Жерді жырту кезіндегі топырақ кедергісі k (кН/м), ол келесі теңдеумен анықталады [.]:

$$k = \frac{P}{abn}, \quad (3)$$

мұндағы, P – динамометр арқылы өлшенген соқаның жалпы кедергісі, Н, a – тереңдігі, м, b – ұзындығы, м, n – соқа саны.



Меншікті кедергісі 30 кН/м болатын топырақ жеңіл, 30 – 50 кН/м<sup>3</sup> – орташа, 50 – 70 кН/м орташа – ауыр, 70 – 120 кН/м – ауыр топырақ болып саналады.



4 сурет - Байланыс қысымы

Autodesk Fusion 360 арқылы металл комбайнның кішірейтілген түріне стресс тест жасалынды. Төрт соқаның күштік бөлігіне 200 Ньютон жүктеме түсіріп, ең сезімтал бөліктері анықталды. Соқаның «Ю» тәріздес конструкциялары әлсіз екені көрінді (4 сурет 4).

Жердің соқаға қатысты кедергісін физикалық принциптерге негізделген қарапайым формуламен есептесек те болады. Осындай 4 теңдеу:

$$F = k \cdot A \cdot d, \quad (4)$$

мұндағы  $F$  – кедергі күші,  $H$ ,  $k$  – топырақ құрамына сай топырақ кедергісі коэффициенті,  $H/m$ ,  $A$  – жермен үйкелісетін соқа көлемі,  $m$ ,  $d$  – қазу тереңдігі,  $m$ .

Бұл формула қарсылыққа әсер ететін негізгі параметрлерді жеңілдетеді, бірақ топырақтың құрылымына, ылғалдылығына немесе соқаның ерекше дизайнына қатысты мәліметтерді қамтымайды. Нақтырақ есептеу үшін қосымша зерттеулер және мүмкін күрделі модельдерді пайдалану қажет болады.

Arduino Nano микроконтроллерімен басқарылатын роботты комбайн агротехникалық операцияларды автоматтандыру үшін үйлестірілетін әртүрлі компоненттерді біріктіру негізінде жұмыс істейді. Бұл құрылғының жұмысының негізі ауылшаруашылық техникасының негізгі функцияларын орындау үшін әртүрлі актуаторларды, датчиктерді және контроллерді тиімді басқару болып табылады.

Комбайнның қозғалысын басқару BDESC S10 RTR контроллеріне қосылған Surpass hobby 550 қозғалтқышы арқылы жүзеге асырылады. Arduino Nano комбайнның жылдамдығы мен бағытын алдын-ала орнатылған параметрлерге және қоршаған орта сенсорларының кері байланысына байланысты реттейді.

Топырақты өңдеу механизмдері соқаның көтерілуін және түсуін, сондай-ақ комбайнның айналуын қамтамасыз ететін SG90 сервосының көмегімен басқарылады. Arduino Nano ауылшаруашылық операцияларының дәл орындалуын қамтамасыз ете отырып, серво бұрыштарын басқарады.



5 сурет – 3D принтердің көмегімен жасылған робот комбайнның макеті

Тұқым шығару жүйесі L9110S драйвері бар екінші қозғалтқышпен жүзеге асырылады. Arduino Nano қозғалтқыштың айналу жылдамдығын басқарады, тұқым шығару процесін реттейді және тұқым себу кезінде тұқымның біркелкі және тиімді таралуын қамтамасыз етеді.

Arduino Nano роботты комбайнның жұмыс принципі датчиктерден деректерді өңдеуге, қоршаған орта жағдайларын ескере отырып шешім қабылдауға және қажетті агротехникалық нәтижелерге қол жеткізу үшін актуаторларды тиімді басқаруға негізделген.

### **Қорытынды.**

Қазіргі әлемде ауыл шаруашылығы азық-түлік қауіпсіздігі мен экономиканың тұрақты дамуын қамтамасыз етуде шешуші рөл атқарады. Автоматтандырылған әмбебап Робот-комбайндарды біріктіру ауылшаруашылық өндірісінің тиімділігін едәуір арттырып, осы саланың экономикалық тұрақтылығын жақсарта алады. Ұсынылған басқару әдістері, соның ішінде ұшқышсыз жүйелер, жолды жоспарлау алгоритмдері және навигация технологиялары егін жинау процестерін оңтайландыруға және ауылшаруашылық техникасын пайдалануға ықпал етеді.

Сонымен қатар, автоматтандырылған робот-комбайндарды тиімді пайдалану еңбек шығындарын және ауыл шаруашылығында адам қателіктерінің пайда болу қаупін азайтуға ықпал ететінін атап өткен жөн. Бұл әсіресе жұмыс күшінің қол жетімділігінің төмендеуі және ауылшаруашылық операцияларының дәлдігі мен жеделдігіне қойылатын талаптардың артуы жағдайында өте маңызды. Ауыл шаруашылығында заманауи технологияларды қолдану қоршаған ортаға теріс әсерді азайтуға көмектеседі, мысалы, дәл қолдану әдістерінің арқасында химиялық тыңайтқыштар мен пестицидтердің шығынын азайту арқылы.

Шолу мақаласында ұсынылған әртүрлі зерттеулер мен технологиялық эзирлемелер ауыл шаруашылығындағы процестерді автоматтандыруға және оңтайландыруға қызығушылықтың артып келе жатқанын көрсетеді.



Қорытындыға осы зерттеу жұмысында алынған нәтижелерді келтіру керек болашақта осы жұмысты қалай жетілдіруге болады.

## ӘДЕБИЕТТЕР

[1] Қазақстан Республикасының агроөнеркәсіптік кешенін дамытудың 2021 -2030 жылдарға арналған тұжырымдамасы//Қазақстан Республикасы Үкіметінің 2021 жылғы 30 желтоқсанындағы №960 қаулысы.

[2] «Почему для Казахстана важно собственное производство сельхозтехники?» // Жаңалықтар каналы «Forbes.kz». 16.09.2020 – URL: [https://forbes.kz/auto/pochemu\\_dlya\\_kazahstana\\_vajno\\_sobstvennoe\\_proizvodstvo\\_selhoztehniki?ysclid=Ishigjrbbz376714136](https://forbes.kz/auto/pochemu_dlya_kazahstana_vajno_sobstvennoe_proizvodstvo_selhoztehniki?ysclid=Ishigjrbbz376714136)

[3] Godzhaev, Z., Lobachevsky, Y. P., Alekseev, I., Prilukov, A., & Godzhaev, T. Z. (2020). Control systems for unmanned combine harvester. In E3S Web of Conferences (Vol. 157, p. 01018). EDP Sciences.

[4] Rahman M. M., Ishii K., Noguchi N. Optimum harvesting area of convex and concave polygon field for path planning of robot combine harvester // Intelligent service robotics. – 2019. – Т. 12. – С.167-179.

[5] Otani T. et al. Agricultural Robot under Solar Panels for Sowing, Pruning, and Harvesting in a Synecoculture Environment //Agriculture. – 2022. – Т. 13. – №. 1. – С. 18.

[6] Электроника, автоматика, процесстерді және робототехниканы автоматтандыру саласындағы қарапайым жүйелерді, модельдерді және тәжірибелерді құруға және прототиптеуге арналған аппараттық-бағдарламалық құралдардың интернет дүкені парақшасы. – URL: <https://store.arduino.cc/products/arduino-nano?queryID=undefined>

[7] Капустин А.Н. К29 Основы теории и расчета машин для основной и поверхностной обработки почв, посевных машин и машин для внесения удобрений: курс лекций / А.Н. Капустин; Юргинский технологический институт. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2013. – 134 (10-13).

## REFERENCES\*

[1] Қазақстан Республикасының агроөнеркәсіптік кешенін дамытудың 2021 -2030 жылдарға арналған тұжырымдамасы//Қазақстан Республикасы Үкіметінің 2021 жылғы 30 желтоқсанындағы №960 қаулысы.

[2] «Почему для Казахстана важно собственное производство сельхозтехники?» // Жаңалықтар каналы «Forbes.kz». 16.09.2020 – URL: [https://forbes.kz/auto/pochemu\\_dlya\\_kazahstana\\_vajno\\_sobstvennoe\\_proizvodstvo\\_selhoztehniki?ysclid=Ishigjrbbz376714136](https://forbes.kz/auto/pochemu_dlya_kazahstana_vajno_sobstvennoe_proizvodstvo_selhoztehniki?ysclid=Ishigjrbbz376714136)

[3] Godzhaev, Z., Lobachevsky, Y. P., Alekseev, I., Prilukov, A., & Godzhaev, T. Z. (2020). Control systems for unmanned combine harvester. In E3S Web of Conferences (Vol. 157, p. 01018). EDP Sciences.

[4] Rahman M. M., Ishii K., Noguchi N. Optimum harvesting area of convex and concave polygon field for path planning of robot combine harvester // Intelligent service robotics. – 2019. – Т. 12. – С.167-179.

[5] Otani T. et al. Agricultural Robot under Solar Panels for Sowing, Pruning, and Harvesting in a Synecoculture Environment //Agriculture. – 2022. – Т. 13. – №. 1. – С. 18.

[6] Электроника, автоматика, процесстерді және робототехниканы автоматтандыру саласындағы қарапайым жүйелерді, модельдерді және тәжірибелерді құруға және прототиптеуге арналған аппараттық-бағдарламалық құралдардың интернет дүкені парақшасы. – URL: <https://store.arduino.cc/products/arduino-nano?queryID=undefined>

[7] Kapustin A.N. K29 Osnovy teorii i rascheta mashin dlja osnovnoj i poverhnostnoj obrabotki pochv, posevnyh mashin i mashin dlja vnesenija udobrenij: kurs lekcij / A.N. Kapustin; Jurginskij tehnologicheskij institut. – Tomsk: Izd-vo Tomskogo politehnicheskogo universiteta, 2013. – 134 (10-13).

**Aruzhan Maksut**, student, Energo University, Almaty, Kazakhstan, aru.maksut@aes.kz  
**Yerkebulan Nurgizat**, PhD, Energo University, Almaty, Kazakhstan, y.nyrgizat@aes.kz  
**Gulshara Kunakova**, candidate of pedagogical sciences, assistant professor, Academy of logistics and transport, Almaty, Kazakhstan, gulkun@mail.ru

### AUTOMATED UNIVERSAL ROBOT - COMBINE

**Abstract.** This article is written with the aim of improving the development of the agro-industrial complex, considering and developing ways to automate agriculture. The article reviews various methods and models of robot-harvester automation in world practice, and accordingly, a model for creating a universal robot-harvester with a simple construction, low cost, modern and high-performance automated robot-harvester was shown. In addition, the method of its creation, used materials, proof calculations are presented.

**Keywords.** Robot-harvester, sowing combine, automation, plow, agricultural robot.

**Аружан Максұт**, студент, Energo University, Алматы, Қазақстан, aru.maksut@aes.kz

**Еркебұлан Нұрғизат**, PhD, Energo University, Алматы, Қазақстан, y.nyrgizat@aes.kz

**Гульшара Кунакова**, к.п.н., ассистент профессор, Академия логистики и транспорта, Алматы, Қазақстан, gulkun@mail.ru

### АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ УНИВЕРСАЛЬНЫЙ РОБОТ-КОМБАЙН

**Аннотация.** Данная статья написана с целью улучшения развития агропромышленного комплекса, рассмотрения и разработки способов автоматизации сельского хозяйства. В статье рассмотрены различные методы и модели автоматизации роботов-комбайнов в мировой практике и соответственно показана модель создания универсального робота-комбайна с простой конструкцией, недорогой, современной и высокопроизводительной автоматизированной робот-комбайн. Кроме того, представлена методика ее создания, использованные материалы, корректирующие расчеты.

**Ключевые слова.** Робот – комбайн, посевочный комбайн, автоматизация, плуг, агропромышленный робот.

\*\*\*\*\*