

Торайғыров университетінің хабаршысы
ҒЫЛЫМИ ЖУРНАЛЫ

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ
Вестник Торайғыров университета

Торайғыров университетінің ХАБАРШЫСЫ

Энергетикалық сериясы
1997 жылдан бастап шығады



ВЕСТНИК Торайғыров университета

Энергетическая серия
Издается с 1997 года

ISSN 2710-3420

№ 2 (2022)

ПАВЛОДАР

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ
Вестник Торайгыров университета

Энергетическая серия
выходит 4 раза в год

СВИДЕТЕЛЬСТВО

о постановке на переучет периодического печатного издания,
информационного агентства и сетевого издания
№ 14310-Ж

выдано

Министерство информации и общественного развития
Республики Казахстан

Тематическая направленность

публикация материалов в области электроэнергетики,
электротехнологии, автоматизации, автоматизированных и
информационных систем, электромеханики и теплоэнергетики

Подписной индекс – 76136

<https://doi.org/10.48081/ZOCF4313>

Бас редакторы – главный редактор

Кислов А. П.

к.т.н., доцент

Заместитель главного редактора

Талипов О. М., *доктор PhD, доцент*

Ответственный секретарь

Приходько Е. В., *к.т.н., профессор*

Редакция алқасы – Редакционная коллегия

Клецель М. Я., *д.т.н., профессор*
Новожилов А. Н., *д.т.н., профессор*
Никитин К. И., *д.т.н., профессор (Россия)*
Никифоров А. С., *д.т.н., профессор*
Новожилов Т. А., *к.т.н., доцент (Россия)*
Оспанова Н. Н., *к.п.н., доцент*
Нефтисов А. В., *доктор PhD, доцент*
Шокубаева З. Ж. *технический редактор*

За достоверность материалов и рекламы ответственность несут авторы и рекламодатели

Редакция оставляет за собой право на отклонение материалов

При использовании материалов журнала ссылка на «Вестник Торайгыров университета» обязательна

© Торайгыров университете

***С. Н. Кладиев¹, Н. Д. Сарбасова², А. Д. Умурзакова³**

¹Томбы политехникалық университеті, Ресей Федерациясы, Томск қ.;

²Торайғыров университеті, Қазақстан Республикасы, Павлодар қ.;

³С. Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық университеті, Қазақстан Республикасы, Нұр-Сұлтан қ.

ДӨҢГЕЛЕК АҒАШТЫ СҰРЫПТАУ ҮШІН БАСҚАРУ КАНАЛЫН ІСКЕ АСЫРУ ТӘСІЛДЕРІН ӘЗІРЛЕУ ЖӘНЕ ЗЕРТТЕУ

Мақалада фазалық роторы бар асинхронды үш фазалы қозғалтқыштың көмегімен басқару арнасын құру мүмкіндігі қарастырылған. Зерттеудің мақсаты-дөңгелек ағашты сұрыптау үшін басқару арнасын іске асыру әдістерін жасау. Ағаш материалдарын автоматтандырылған сұрыптау қазіргі заманғы орман қоймаларында, Ағаш өңдеу және ағаш өңдеу кәсіпорындарында негізгі жұмыс түрлерінің бірі болып табылады. Автоматтандырылған сұрыптау кезінде бойлық транспортерлер олардың жұмысын автоматты басқаруды қамтамасыз ететін бөрене шашыратқыштармен және командалық аппараттармен жабдықталады. Сұрыптау құрылғысын таңдау қойманың жүк айналымына, ассортименттің құрамына, сұрыптаудың бөлшектілігіне және тұтынушыларға ағаш материалдарын жөнелту жағдайларына байланысты, әдетте, дөңгелек ағашты сұрыптау кезінде негізінен тізбекті орман тасымалдаушылары қолданылады. Бұл жұмыста басқару каналын іске асыру үшін тахогенераторлар мен реттелетін электр жетегін қолдану, Бақылау каналының жылдамдығын реттеу және үздіксіз сұрыптау құрылғыларының қосымша құралдарын қолданбай басқару мүмкіндігі қарастырылған. зерттеу Matlab 2021a-да модельдеу әдісін қолданды, бұл басқару каналының дамыған іске асырылуының жұмыс қабілеттілігін тексеруге және басқару каналының жұмыс көрсеткіштерінің қателіктерін бағалауға мүмкіндік береді. Модельдеу нәтижелері басқару арнасын іске асырудың ұсынылған әдісін практикалық қолдану мүмкіндігін растады. Алынған нәтижелерге сүйене отырып, дискретті сұрыптау құрылғыларын басқару үшін басқару арнасын іске асырудың бұл әдісін қолдануға болады деп қорытынды жасауға болады.

Кілтті сөздер: фазалық роторлы асинхронды үш фазалы қозғалтқыш, басқару арнасы, дөңгелек ағашты сұрыптау, сұрыптау процесін автоматтандыру, конвейер.

Кіріспе

Бүгінгі таңда ағаш өңдеу кәсіпорындарында техникалық деңгейді арттыру және автоматтандыру құралдарын енгізу осы өндірістің тиімділігін арттыруға мүмкіндік береді.

Қазіргі уақытта ағаш өндірісінде көбінесе қол еңбегі қолданылады, бұл жарақаттануға, жоғары өзіндік құнға, төмен еңбек өнімділігіне, үлкен еңбек шығынына және т. б. әкелуі мүмкін.

Орман өнеркәсібіндегі дөңгелек ағашты сұрыптау жүйесін автоматтандыру осы кемшіліктерді болдырмауға мүмкіндік береді.

Негізінен, дөңгелек ағаштарды сұрыптау үшін автоматтандырылған желілер қолданылады. Мұндай желілердің артықшылығы сөзсіз, олар оператордың қол еңбегін толығымен жояды, сондықтан өлшеу және сұрыптау процесі жеделдетіледі.

Бұл жүйелердің практикалық іске асырылуы сенімді өлшеу құрылғылары болып табылады. Бұл жағдайда өлшеуіштер байланыссыз, Автоматты болуы керек және басқару контроллер немесе өнеркәсіптік компьютер көмегімен жүзеге асырылуы керек. Бағдарламалық басқару өлшеу құрылғыларының мүмкіндіктерін кеңейтеді, өлшеу дәлдігін жақсартады және ағаш өнеркәсібі кешенінің кәсіпорындарында ТБАЖ әзірлеуге мүмкіндік береді.

Сонымен қатар, процесс толығымен компьютерлендірілген. Мұндай бухгалтерлік есептің пайдасы айқын, бағдарламалық жасақтама журналдарды есепке алу пункті арқылы тасымалданатын барлық қажетті параметрлерді қамтитын мәліметтер базасын құруды қамтиды, бұл ағаш өңдеу кәсіпорнында дөңгелек ағашты талдау мен есепке алуды айтарлықтай жеңілдетеді [1].

Алайда, бөренелерді автоматтандырылған сұрыптаудың жоғарыда аталған артықшылықтарымен қаражат кешенінің жоғары құны сияқты үлкен кемшілік бар. Дөңгелек ағашты сұрыптауды автоматтандыру Ағаш өңдеу кәсіпорындарында кең таралмады, оларда әлі күнге дейін негізінен ескірген сұрыптау конвейерлері бар.

Сондықтан автоматтандыру процесін қолдана отырып, орман өнеркәсібінде дөңгелек ағашты сұрыптаудың жаңа тәсілдері мен әдістерін жасау қажет, өйткені журналдарды сұрыптаудың дәлдігі аралау өндірісінің тиімділігіне әсер етеді.

Ағаш материалдарының жалпы құнындағы шикізат құнының өсіп келе жатқан үлесін ескере отырып, өлшеу жүйесіне қойылатын талаптар жыл сайын күшейтіледі және мұндай талаптар кездейсоқ емес – өйткені ағаш

кесушілерді сұрыптаудың жетіспеушілігінің 1 % - ға төмендеуі ағаштың пайдалы өнімділігінің 0,15...0,2 % - ға артуына әкеледі [2].

Ағаш өндірісінде дөңгелек ағашты сұрыптау бойлық және көлденең конвейерлердің көмегімен жүзеге асырылады.

Соңғы жылдары 75 % - дан 85 % - ға дейін сұрыптау сапасы бар қарапайым бір және екі жазықтықты өлшеу жүйелерін қолдану қазіргі заманғы 3D жүйелерінің пайдасына біртіндеп азаяды, бұл бөрененің негізгі геометриялық параметрлерін жоғары сенімділікпен өлшеуге және есептеуге және сұрыптау сапасына қол жеткізуге мүмкіндік береді. 92 %...95 %.

Бөренелерді сұрыптау сызықтары мақсатқа және қосымша функцияларға байланысты әртүрлі конфигурацияларда құрылуы мүмкін.

Бөренелерді сұрыптау желілерін басқару жүйесін функционалды түрде екіге бөлуге болады.

Біріншісі-бөренелерді автоматты түрде беруді қамтамасыз етеді, конвейерлерді қосуды/өшіруді басқарады, гидростанцияның жұмысын басқарады, іске қосудың дұрыс реттілігі мен жетектердің жұмысын қамтамасыз етеді. Басқару оператор пультіндегі батырмалардың көмегімен жүзеге асырылады.

Басқару жүйесінің екінші бөлігі оператордан бөрененің тұқымы мен сорты туралы тапсырысты қабылдауды, бөрененің геометриялық өлшемдерін өлшеуді, қалтаны таңдауды, бөрененің ағаш жинағышқа дейін жылжуын бақылауды және тастауға сигнал беруді жүзеге асырады [3,4].

Материалдар мен әдістер

Сұрыптауды және сұрыптауды автоматтандыру үшін әртүрлі басқару құрылғылары қолданылады. Олардың барлығы бірқатар талаптарға жауап беруі керек, олардың ішіндегі ең маңыздысы-ассортиментті қалпына келтірудің дәлдігі, ашық ауада ұзақ уақыт жұмыс істеуді және арзан бағаны қамтамасыз ету.

Орман қоймасында ағаш материалдарын сұрыптау негізгі жұмыс түрлерінің бірі болып табылады. Алайда дөңгелек ағашты сұрыптауға қойылатын талаптар әртүрлі. Неғұрлым бөлшектік сұрыптау сұрыптаулар кейінгі өңдеу түріне қарай, сондай-ақ сұрыптары, тұқымдары мен өлшемдері бойынша іріктелетін қоймаларда орындалады.

Ағаш дайындайтын кәсіпорындарда бойлық транспортерлерде Дөңгелек ағаш түсіргіштерді басқарудың сұрыптау құрылғылары үздіксіз немесе дискретті жүйелер түрінде орындалуы мүмкін.

Авторлар, дөңгелек ағашты сұрыптау конвейерінің жұмысы кезінде (жетекші және құл) туерлер аймағында жылдамдықтың тез өзгеруіне әкелетін бұзылулар бар екенін және тасымалдаушыдағы журналдардың қозғалысын

бақылаудың минималды қателігіне жетекші және құл туерлердің айналуын бақылау кезінде қол жеткізуге болатындығын дәлелдеді.

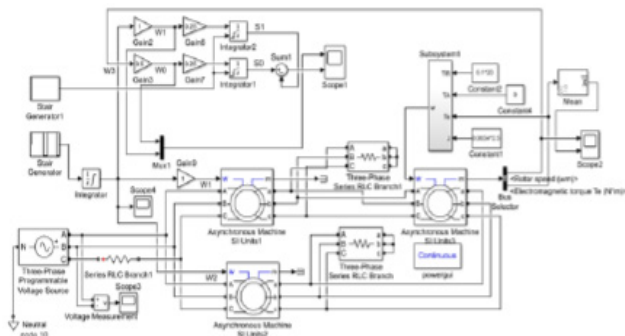
Осылайша, ағаш кесу кәсіпорындарында дөңгелек ағашты сұрыптау үшін басқарушы (ақпараттық) арнаны іске асыру әдістерін әзірлеу және зерттеу қажет.

Нәтижелер және талқылау

Басқару қатесін болдырмау үшін фазалық роторы бар асинхронды үш фазалы қозғалтқыштың көмегімен басқару арнасын (білігін) қалыптастыру ұсынылады, ол конфигурациясы бойынша дифференциалды селсинді іске асырумен сәйкес келеді.

Селсин-датчикті іске асыру үшін фазалық роторы бар асинхронды үш фазалы қозғалтқыштың бір немесе екі фазалы қозуын қамтамасыз ету қажет.

1 суретте Matlab 2021a басқару арнасында әзірленген модель схемасы ұсынылған, бұл басқару арнасының дамыған іске асырылуының жұмыс қабілеттілігін тексеруге және басқару арнасының жұмыс көрсеткіштерінің қателіктерін бағалауға мүмкіндік береді.

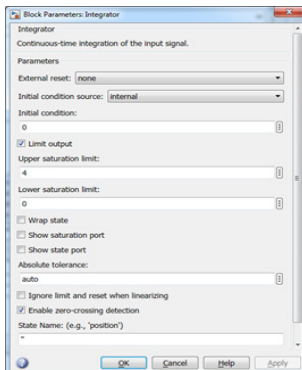


Сурет 1 – Simulink-тегі басқару арнасының үлгі схемасы

Басқару арнасын іске асыру үшін $p=3$ полюстерінің жұп санымен қуаты 1 кВт үш бірдей асинхронды қозғалтқыш таңдалды. SIUnits1 және SIUnits2 қозғалтқыштары жетек және жетек арбаларының біліктері позициясының сенсорлары ретінде қызмет етеді және олардың біліктері туер біліктеріне механикалық түрде қосылады.

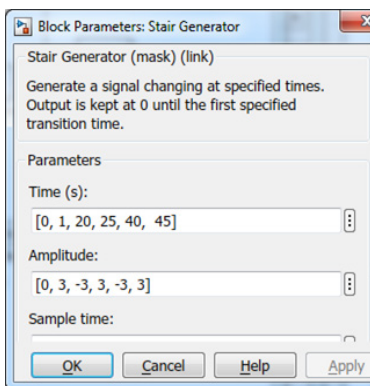
Қозғалтқыштардың W кірулеріне (сурет. 1) айналу жиілігі [рад/с] беріледі, оның сандық мәні Integrator блогының шығысында орнатылады.

Турлардың айналу жиілігінің максималды мәні 4 [рад/с] транспортер тізбегінің орташа қозғалыс жылдамдығына [1 м/с] сәйкес келеді, Integrator блогының шығу кернеуін шектеу арқылы орнатылады (сурет 2). Integrator блогында бірлікке тең пайда бар.



Сурет 2 – Integrator блогының тілқатысу терезесі

Integrator блогының жұмыс бағдарламасы, демек, сұрыптау конвейері StairGenerator блогында орнатылады және көрсетіледі (сурет 3).



Сурет 3 – Stargenerator блогының диалогтық терезесі

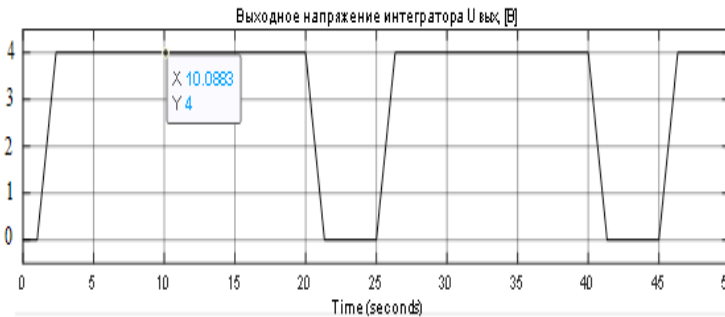
Time (s) бірінші жолында уақыт сәттері секундтарда көрсетіледі, сол кезден бастап Integrator блогының кіруінде Amplitude жолында көрсетілген оң немесе теріс кернеулер пайда болады. Нөлдік уақытта Integrator блогының кірісіне нөлдік кернеу қолданылады және нөлдік мән 1 с уақытына дейін сақталады.

Осы уақыт аралығында Integrator шығыс кернеуін өзгертпейді $U_{шығ.н}$, оны нөлдік етіп сақтайды. 1 с уақыт сәтінде Integrator блогының кірісіне кернеу

$U_{\text{кр.и}} = +3$ В келіп түседі. Integrator кернеуді $I = U_{\text{кр.и}} / \Delta t$ қарқындылықпен арттыра бастайды.

Интегратордың бір реттік пайдасы және $\Delta t = 1$ с болған кезде қарқындылық 3 В/с түрінде көрсетіледі. Интегратордың шығу кернеуі $U_{\text{шығ.и}} = I * t$ 1,33 с кейін (ағымдағы уақыт 2,33 с) 4 В жетеді. Шығу кернеуін шектеу күшіне енеді (сурет 2) және 20 с уақытқа дейін кернеу 4 В деңгейінде сақталады.

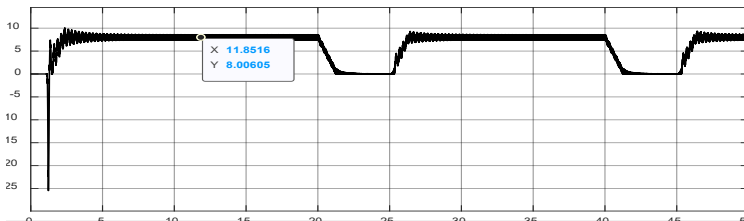
20 с кезінде *stargenerator* блогының шығысында минус 3 В кернеу пайда болады, ол интегратордың кірісіне беріледі. Осы сәттен бастап интегратордың шығыс кернеуі минус 3 В/с қарқындылығымен төмендей бастайды және 1,33 с (ағымдағы уақыт 21,33 с) арқылы 4 В азаяды, яғни шығыс кернеуі нөлдік мәнге жетеді және теріс полярлық кернеуінің өсуін қоспағанда, нөлдік деңгейде шектеледі. 4-суретте Stargenerator блогымен басқарылатын интегратордың 50с дейінгі жұмыс диаграммасы көрсетілген.

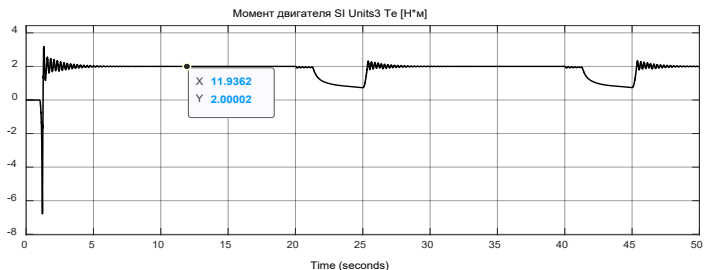


Сурет 4 – Интегратордың шығу кернеуінің диаграммасы

Интегратордың шығыс кернеуі *Units 1* және *2* қозғалтқыштарының W кірістеріне түседі, бұл қозғалтқыштардың $W_1 = W_2 = 4$ рад/с біліктерінің айналу жиілігін тудырады.

Units 3 қозғалтқыш білігінде айналу жиілігі қалыптасады $W_3 = W_1 + W_2 = 8$ рад/с және реактивті қозғалтқыштың моменті $T_c = 2$ Нм, *Subsystem 1* және *Constant2* блоктармен орнатылған (5 сурет).



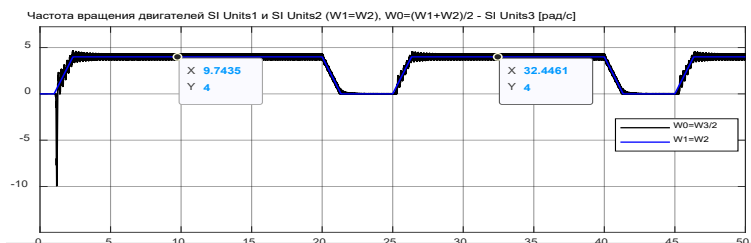


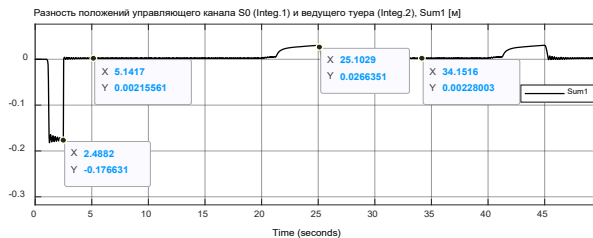
Сурет 5 – SIUnits3 қозғалтқыш жылдамдығы мен моментінің диаграммалары

Селсиндерді фазалық роторы бар үш фазалы асинхронды қозғалтқыштарға ауыстыру міндеті шешілді. Туерлердің айналуын беру және олардың жылдамдығын жинақтау механикалық құрылғыларсыз электрлік әдіспен жүзеге асырылады. Білігі басқару арнасының негізін құрайтын *Units 3* қозғалтқышы сұрыптау құрылғысы бар бір бөлмеде орналасқан. Қарастырылып отырған іске асыру әдісін қолданудың орындылығы туралы түпкілікті ұсыныс үшін осы әдіс бойынша ақпаратты беру процесінің дәлдігін зерттеу қажет.

Ол үшін біз басқарушы арнаның жұмысын 1 суретте көрсетілген схема бойынша модельдеуді орындаймыз.

Айта кету керек, бұзылулар жоқ және айналу жиілігі бірдей: $W_1=W_2$ (4 сурет). *Gain6* және *Integrator2* блоктарының көмегімен $S1[M]$ тасымалдаушысының белгілі бір нүктесінің мінсіз қозғалыс траекториясын анықтаймыз және үш асинхронды қозғалтқышта іске асырылған басқару арнасының (*Gain6* және *Integrator2* блоктары) $S0[M]$ алынған нақты қозғалыс траекториясымен салыстыруды (*Sum1* блогы) орындаймыз. Модельдеу процесінде алынған диаграммалар 6 суретте көрсетілген.





Сурет 6 – W1, W2, W0 жылдамдықтарының диаграммалары және $t=2,5$ с нөлге түскен және $t=1$ с транспортерді іске қосқан кездегі Sum1 қателері

Басқару арнасының тізбегіне кернеу берілген кезде ($t=0$) SUnits3 асинхронды қозғалтқышы бастапқы нөлдік позицияны алды. Бұл уақытта тербелістердің 1-ші және 2-ші қозғалтқыштары орындалмады, өйткені олардың біліктері тюрер біліктерімен қатты механикалық байланысқан.

3-ші қозғалтқыштың тербелісі кезінде S0 басқару арнасы минус 0,176631 м қозғалысты тіркеді, ал S1 арнасы 1 с уақытқа дейін нөлдік қалды.

Қазіргі уақытта 1с конвейері іске қосылып, туреры айнала бастайды. Басқару арнасы турлардың айналуын тіркейді және олардың айналу жиілігін жинақтайды (6 сурет).

Жоғарғы диаграммада 6 сурет айналу жиілігінің орташа мәні анық көрінеді $W_0=W_1=W_2$. Қазіргі уақытта 2.33 түсіру аяқталады.

Sum1 қатесі азайып, шамамен 0,00215561 м мәніне орнатылды, 2,5с кезінде StairGenerator1 блогы 0,1с сигнал шығарады, ол алдыңғы өсу фронты интеграторларды қалпына келтіреді (Integrator1 және Integrator2).

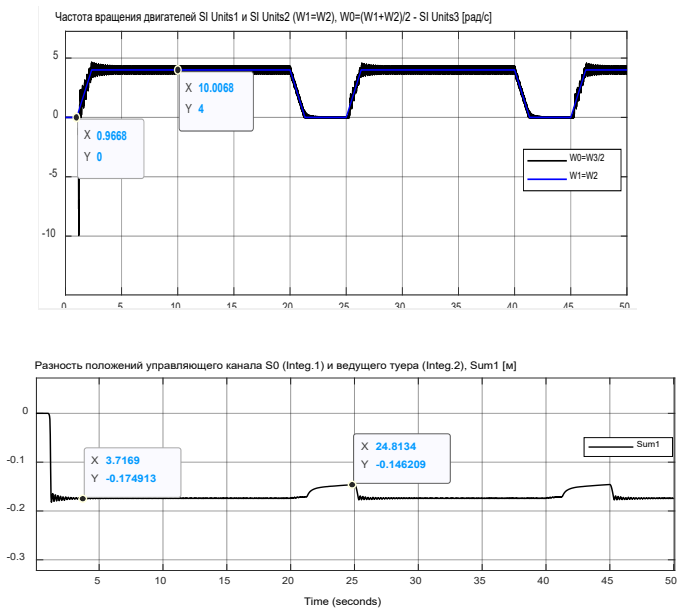
Физикалық тұрғыдан алғанда, белгі шартты түрде 2,5с уақыт кезінде конвейер тізбегіне қойылады және зерттеуші Sum1 айырмашылығының мәні бойынша басқару арнасының жұмысының дәлдігін байқауға мүмкіндік алады.

2,5с уақыт сәтінде S1 және S0 арналарының Sum1 позицияларының айырмашылығы іс жүзінде 0,00215561 м нөлге орнатылады (6 сурет).

Оның пайда болуы басқару арнасының сапасыз жұмысын білдіреді. Егер 2,5...20с уақыт аралығында айналу жиілігін жинақтау қателікпен жүргізілсе, онда $sum1 \neq 0$. Sum1 қатесі (0.0266351 м немесе 26.6 мм) конвейер тоқтаған кезде пайда болады – Ағымдағы уақыт 20с және іске қосылған кезде нөлге дейін өтеледі – ағымдағы уақыт 25 с.

Бұл Units 3 қозғалтқышының тежеу және үдету траекторияларын өндеуде динамикалық қатенің болуын көрсетеді (сурет. 6).

Егер нөлдеу конвейердің қозғалмайтын күйі кезінде орындалса, онда жұмыс жағдайында басқарушы арна $\text{sum1} \neq 0$ минус $0,174913\text{м}$ қатесімен жұмыс істейді (7 суреттегі диаграммаларды қараңыз).



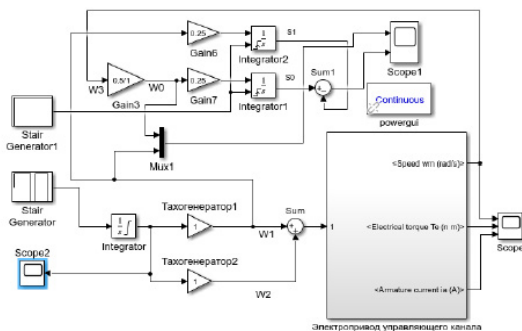
Сурет 7 – $t=0,8$ с нөлге тең болған кезде sum1 басқару арнасының қатесі

Конвейердің жұмыс режиміндегі басқару арнасының қатесі минус $0,174913\text{м}$ ($174,913$ мм) болды, тоқтаған кезде көрсетілген мән сақталады. Қате, негізінен, конвейер іске қосылған немесе тоқтаған кезде пайда болады және интеграторлардың нөлденуі орын алатын мекен-жайға тапсырыс берілген кезде азаяды. Бұл жағдайда тапсырыс тек қозғалатын тасымалдаушымен жасалуы керек.

Осылайша, асинхронды қозғалтқыштардың қызып кетуіне байланысты Басқару арнасын құрудың бұл әдісін жүзеге асыру мүмкін емес.

8 суретте басқару каналы моделінің дамыған схемасын ұсынады, атап айтқанда басқару каналын іске асыру үшін тахогенераторлар мен реттелетін электр жетегін қолдану. Ұсынылған схема басқарушы арнаны іске асыру әдісінің тиімділігіне көз жеткізуге және басқарушы арнаның жұмысындағы қателерді бағалауға мүмкіндік береді. Бұл сұрақ модель схемасында зерттелген (8 сурет) Matlab R2021a нұсқасында, жоғарыда аталған материалға

ұқсас. Тахогенераторлар туер біліктеріне механикалық түрде қосылады және біліктердің айналуы туралы ақпаратты сұрыптау құрылғысын орнату орнына электр тәсілімен жібереді. Тахогенераторлар жабық және тұрақты магниттермен болуы керек.



Сурет 8 – Simulink-тегі басқару арнасының үлгі схемасы

S0 басқару арнасын іске асыру үшін екі бірдей тахогенератор таңдалды: ($T_{\omega 1}$ және $T_{\omega 2}$) және қуаттылығы шамамен 1 кВт реттелетін электр жетегі. Тахогенератор $T_{\omega 1}$ және $T_{\omega 2}$ функциясын орындайды датчиктер жиілігі біліктердің айналу жетекші және алдыңғы туеров. Тахогенераторлардың біліктері туер біліктерімен механикалық түрде қосылады. *Sum* қосқышының кірістеріне [рад/с] турларының айналу жиілігіне тең тахогенераторлардың кернеулері беріледі, олардың бірдей сандық мәні Integrator блогының шығуында орнатылады. Туерлердің айналу жиілігінің максималды мәні 4 [рад/с] транспортер тізбегінің орташа қозғалыс жылдамдығына [1 м/с] сәйкес келеді және Integrator блогының шығу кернеуін шектеумен белгіленеді.

Интегратордың шығыс кернеуі $T_{\omega 1}$ және $T_{\omega 2}$ тахогенераторларының кірістеріне түседі, туер біліктерінің айналу жиілігін имитациялайды $W_1 = W_2 = 4$ рад/с. *Sum* қосқышының шығысынан 8 В кернеулерінің қосындысы модель схемасы 9 суретте көрсетілген реттелетін электр жетегінің кірісіне беріледі.

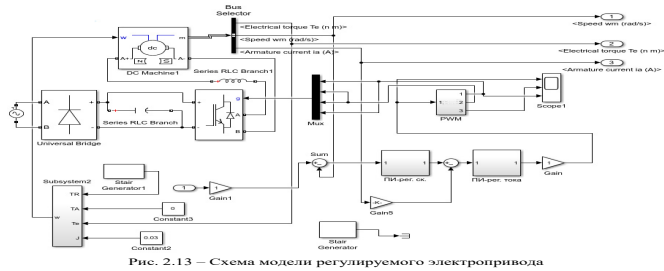


Рис. 2.13 – Схема модели регулируемого электропривода

Сурет 9 – Реттелетін электр жетегі моделінің схемасы

Жетек тұрақты токпен жүзеге асырылады. Басқару арнасы ретінде DC Machine1 тұрақты магниті бар тұрақты токтың қозғалтқыш білігі қолданылады. Қозғалтқыш зәкіріндегі кернеуді және жылдамдықты реттеуді Universal Bridge1 түрлендіргіші жүзеге асырады.

Коммутациялық құрылғы-кілт диодпен бекітілген IGBT транзисторында жасалған. Түрлендіргіш PWM генераторымен құрылған қуат импульстарымен басқарылады (9 суреттегі ШИМ) симметриялық заң бойынша.

Бұл әдіс тұрақты ток қозғалтқышын дәл және сапалы басқаруды қамтамасыз етеді. Сонымен қатар, кері қайтару үшін қосымша элементтер қажет емес.

Simulink кітапханасында келтірілген электр қозғалтқыштарының модельдерінің кемшілігі-олардың тек белсенді сәтімен жұмыс істеуі. Бұл кемшілікті жою үшін реактивті, белсенді және аралас жүктеме сипатында қозғалтқыштың жұмысын қамтамасыз ететін қосымша Subsystem2 блогы енгізілді. Ұсынылған электр жетегінде қозғалтқыштың жылдамдығы мен тогы бойынша кері байланыс бар, жүктеме кезінде берілген жылдамдықтың дәл шығарылуын қамтамасыз етеді.

Туерлердің айналуын беру және олардың жылдамдығын жинақтау механикалық құрылғыларсыз электрлік әдіспен жүзеге асырылады. Білігі басқару арнасының негізін құрайтын DC Machine1 электр жетегі мен қозғалтқышы сұрыптау құрылғысы бар бір бөлмеде орналасқан. Қарастырылып отырған іске асыру әдісін қолданудың орындылығы туралы түпкілікті ұсыныс үшін осы әдіс бойынша ақпаратты беру процесінің дәл көрсеткіштерін зерттеу қажет. Осы мақсатта біз MATLAB R2021a-да басқарушы арнаның жұмысын суретте көрсетілген схема бойынша модельдеуді орындаймыз. 8. Басқару арнасының тізбегіне ($t=0$) кернеу берілген кезде DC Machine1 тұрақты ток қозғалтқышы бастапқы нөлдік позицияда қалады.

Айта кету керек, бұл экспериментте бұзылулар жоқ және айналу жиілігі бірдей: $W_1 = W_2$.

Тасымалдағыш тоқтаған кезде позициялардағы 1 мм қате пайда болады, бірақ тасымалдағыш іске қосылған кезде қате толығымен өтеледі. Екі аялдамада қатенің жинақталу процесі байқалмайды. Егер сіз берілген қозғалыс дискісімен жұмыс істеу сапасын бағаласаңыз, онда ол жоғары. Қолданыстағы конвейерде конвейерді тоқтату траекториясы ұшыру траекториясына сәйкес келмейді, қателіктің мәні негізінен маңызды болуы мүмкін. Ең бастысы, толық өтемақы болмайды және қате жиналады. Бірақ жұмыс режимінде аялдамалар аз екенін есте ұстаған жөн. Сонымен қатар, келесі журналды жіберген кезде қате жойылады.

Алынған нәтижелерді талдау басқарушы арнаны іске асырудың ұсынылған әдісінің аспаптық қатесінің шамалы маңыздылығын көрсетеді және практикалық қолдану мүмкіндігін растайды.

Қорытынды

1 Басқару арнасының (асинхронды қозғалтқыштардың) инерциясына байланысты сұрыптау тасымалдағышын іске қосу және тоқтату кезінде арнада қосымша қателер пайда болады;

2 Басқару арнасының қуаты мен моменті едәуір артты, бірақ үздіксіз сұрыптау құрылғыларын басқаруды жүзеге асыру басқару арнасының білігінің айналу жиілігін сұрыптау құрылғысының білігімен үйлестіруді қажет етеді. Басқару каналын қарастырған кезде қосымша механикалық немесе электромеханикалық құралдар қажет;

3 Дискретті сұрыптау құрылғыларын басқару үшін басқару арнасын іске асырудың бұл әдісін қолдануға болады. Егер таңдалған позиция сенсоры жылжу үшін маңызды сәтті қажет етпесе.

4 Маңызды кемшілік-бұл параметрлер мен сипаттамалар тьюер біліктеріне механикалық түрде қосылған қозғалтқыштар статорының Қос тогы арқылы алынады.

5 Модельдеу нәтижелері басқару арнасын іске асырудың ұсынылған әдісін практикалық қолдану мүмкіндігін растады.

6 Басқару арнасының қуаты мен моменті артты. Үздіксіз сұрыптау құрылғыларының қосымша құралдарын қолданбай басқару арнасының жылдамдығын реттеу және басқару мүмкіндігі жүзеге асырылды.

Осылайша, дискретті және үздіксіз сұрыптау құрылғыларын басқару үшін басқару арнасын іске асырудың бұл әдісі қолайлы.

ПАЙДАЛАНҒАН ДЕРЕКТЕР ТІЗІМІ

1 **Поляков, С. И., Бородин, М. Г.** Дөңгелек ағашты сұрыптауды автоматтандыру. // Сб. ғылыми. тр. XXI ғасырдағы ғылыми зерттеулердің өзекті бағыттары: Теория және практика. 2015. Т. 3. № 5-4 (16-4). Б.324–328.

2 **Поляков, С. И., Илюхин Е. Р.** АБЖ Дөңгелек ағаш материалдарын сұрыптау және есепке алуды компьютерлендіру процесі// ғылыми жинақ. тр. XXI ғасырдағы ғылыми зерттеулердің өзекті бағыттары: теория және практика. 2018. Т. 6. № 5 (41). С. 104–108.

3 **Поляков, С. И.** Өндіріс процестерін автоматтандыру және автоматтандыру. – Во-ронеж: го ВПО «ВГЛТА», 2008. – 372 Б.

4 **Петровский, В. С.** Ағаш өңдеу саласындағы технологиялық процестер мен өндірістерді автоматтандыру. – Воронеж: Воронеж. мемлекеттік орман техникасы. акад., 2010. – 432 б.

5 Ағаш сұрыптауды автоматтандыру. - Орман шаруашылығы, 1981, № 6, 10 Б.

6 **Залегаллер, Б. Г.** Орман қоймаларының технологиясы мен жабдықтары. – М.: Орман шаруашылығы, 1984. – 350 б.

7 **Миронов, Е. И., Рохленко, Д. Б., Беловзоров, Л. Н., Матвеев, Л. С., Кулагин, Ю. М.** Ағаш дайындау машиналары мен жабдықтары. – М.: Не Ерекше Қорғалатын Табиғи Аумақтар. пром-сть, 1990. – 440 б.

8 **Завойских, Г. И., Протас, П. А., Лой, В. Н.** Ағаш шикізатын алғашқы өңдеуге және сұрыптауға арналған орман қоймаларының жабдықтары. Минск: BGTU. 2007. 128 б.

9 **Черных, А. И., Годвалов Г. А.** Орман шаруашылығындағы ақпараттық технологиялар // қазіргі жетістіктер. жаратылыстану. 2018. – № 10. – Б.85–89.

10 **Чибисова, И. С.** Орман шаруашылығындағы ақпараттық технологиялар // ғылым дәуірі. 2019. – № 19. – Б.85–86.

11 **Андрющенко, В. А.** Өндіріс процестерін автоматтандыру және автоматтандыру. – Л.: СЗЗПИ, 1975. – 168б.

12 **Бородин, И. Ф.** Технологиялық процестерді және автоматты басқару жүйесін автоматтандыру. – М.: Юрайт Баспасы, 2018. – 386 Б.

13 **Морозов, В. С., Беляев, И. Н.** Ағашты сұрыптаудың автоматтандырылған фотометриялық әдісі // жоғары оқу орындарының жаңалықтары. Орман журналы. 2011. № 3 (321). С. 69–73.

14 **Lozovoy, V., Nikonchuk, A., Nikonchuk, M.** Structural analysis and formalization of continuous flow technologies in timber harvesting // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. IV scientific-technical

conference «FORESTS OF RUS-SIA: POLICY, INDUSTRY, SCIENCE AND EDUCATION». 2019. С. 012030.

15 **Терехин, В. Б.** Simulink-те электр жетек жүйелерін модельдеу (Matlab 7.0.1). – Томск : Томск политехникалық университетінің баспасы, 2010. – 292 б.

16 **Тарасов, А. С.** Matlab көмегімен электр жетегінің механикалық бөлігін талдау // модельдеу және басқарудың ақпараттық технологиялары. 2007. № 9 (43). 1120–1125 Б.

17 **Терехин, В. Б., Кладиев, С. Н., Ивашутенко, А. С., Рудовский, В. М.** R2017b ортасында автоматтандырылған электр жетегі элементтерінің модельдерін жасау. – Томск : Томск политехникалық университетінің баспасы, 2021. – 515 Б.

18 **Dementiev, Yuriy Nikolaevich.** The indirect methods of control the output coordinates for the three-phase asynchronous electric motor / Yu. N. Dementiev, A. D. Umurzakova // Industrial Engineering, Applications and Manufacturing (ICIEAM) Proceedings of 2nd International Conference, Chelyabinsk, May 19–20, 2016 : / South Ural State University . – New York : IEEE , 2016 . – [4 p.]

19 **Kozyaryk, A. E.** Improving the torque direct control method of the asynchronous motor in the converter using the active rectifier / A.E. Kozyaryk, V.T. Le, B. Y. Vasilev // Journal of Physics: Conference Series. – 2021. Vol.1753(2021) 012025 – P. 1–8.

20 Hengameh Kojooyan-Jafari, Lluirs Monjo, Felipe Corcoles, Joaquirn Pedra. Parameter Estimation of Wound-Rotor Induction Motors From Transient Measurements // IEEE Transactions on Energy Conversion, 2014. Vol. 10. № 2. P. 300–308.

REFERENCES

1 **Polyakov, S. I., Borodin, M. G.** Avtomatizatsiya sortirovki kruglogo lesa [Automation of Round tree sorting] // *Sat. science. TR. Current Directions of scientific research in the XXI century: theory and practice.* 2015. T. 3. № 5–4 (16-4). P. 324–328.

2 **Polyakov, S. I., Ilyuhin, E. R.** ASU processom sortirovki i komp'yuterizatsiya ucheta kruglyh lesomaterialov [The process of computerization of sorting and accounting of round timber in ACS] // *scientific collection. TR. Current Directions of scientific research in the XXI century: theory and practice.* 2018. T. 6. № 5 (41). P. 104–108.

3 **Petrovskij, V. S.** Avtomatizatsiya tekhnologicheskikh processov i proizvodstv v de-revoobrabatyvayushchej otrasli [Automation of technological processes

and industries in the woodworking industry] Voronezh. Gos. Lesotekhn. Akad, 2010. – 432 p.

4 **Polyakov, S. I.** Avtomatika i avtomatizaciya proizvodstvennyh processov [Automation and automation of production processes]– Voronezh: GOU VPO «VGLTA», 2008. – 372 p.

5 **Azarov, YU. I., Terekhin, V. B.** Avtomatizaciya sortirovki lesa [Automating tree sorting]. – Forestry, 1981, № 6, p.10.

6 **Zalegaller, B. G.** Tekhnologiya i oborudovanie lesnyh skladov [Technology and equipment of forest warehouses]. – Moscow : Forestry, 1984. – 350 p.

7 **Mironov, E. I., Rohlenko, D. B., Belovzorov, L. N., Matveenکو, L. S., Kulagin, YU. M.** Mashiny i oborudovanie lesozagotovok [Logging machines and equipment]. – Moscow: Forestry, 1990. – 440 p.

8 **Zavojskih, G. I., Protas, P. A., Loj, V. N.** Lesoskladskoe oborudovanie dlya per-vichnoj obrabotki i sortirovki drevesnogo syr'ya [Equipment of forest warehouses for primary processing and sorting of wood raw materials]. Minsk: BGTU. 2007. 128 p.

9 **CHermnyh, A. I., Godovalov, G. A.** Informacionnye tekhnologii v lesnom hozyaj-stve [Information technologies in forestry] // current achievements. Natural Science. – 2018. – № 10. – P. 85–89.

10 **CHibisova, I. S.** Informacionnye tekhnologii v lesnom hozyajstve [Information technologies in forestry] // The age of science. – 2019. – № 19. –P. 85–86.

11 **Andryushchenko, V. A.** Avtomatika i avtomatizaciya proizvodstvennyh processov [Automation and automation of production processes]. – L. : SZZPI, 1975. – 168 p.

12 **Borodin, I. F.** Avtomatizaciya tekhnologicheskikh processov i sistemy avtomaticheskogo upravleniya [Automation of technological processes and automatic control systems]. – Moscow : Yurayt Publishing House, 2018. – 386 p.

13 **Morozov, V. S., Belyaev, I. N.** Avtomatizirovannyj fotometricheskij metod sortirovki drevesiny [Automated photometric method of sorting wood] // News of higher education institutions. Forest log. 2011. № 3 (321). P. 69–73.

14 **Lozovoy, V., Nikonchuk, A., Nikonchuk, M.** Structural analysis and formalization of continuous flow technologies in timber harvesting // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. IV scientific-technical conference «FORESTS OF RUS-SIA: POLICY, INDUSTRY, SCIENCE AND EDUCATION». 2019. P. 012030.

15 **Teryohin, V. B.** Modelirovanie sistem elektroprivoda v Simulink (Matlab 7.0.1) [Simulation of electric drive systems in Simulink (Matlab 7.0.1)]. – Tomsk: Tomsk Polytechnic University Publishing House, 2010. – 292 p.

16 **Tarasov, A. C.** Analiz mekhanicheskoy chasti elektroprivoda sredstvami Matlab [Analysis of the mechanical part of an electric drive using Matlab] // information technologies of modeling and control. 2007. № 9 (43). P. 1120–1125.

17 **Teryohin, V. B., Kladiev, S. N., Ivashutenko, A. S., Rudevskij, V. M.** Razrabotka mode-lej elementov avtomatizirovannogo elektroprivoda v srede R2017b [Development of models of automated electric drive elements in the R2017b environment]. – Tomsk: Tomsk Polytechnic University Publishing House, 2021. – 515 p.

18 Dementiev, Yuriy Nikolaevich. The indirect methods of control the output coordinates for the three-phase asynchronous electric motor / Yu. N. Dementiev, A. D. Umurzakova // Industrial Engineering, Applications and Manufacturing (ICIEAM) Proceedings of 2nd International Conference, Chelyabinsk, May 19-20, 2016: / South Ural State University . – New York : IEEE , 2016 . – 4 p.

19 **Kozyaryk, A. E.** Improving the torque direct control method of the asynchronous motor in the converter using the active rectifier / A. E. Kozyaryk, V. T. Le, B. Y. Vasilev // Journal of Physics: Conference Series. – 2021. Vol.1753(2021) 012025 – P. 1–8.

20 Hengameh Kojoooyan-Jafari, Lluirs Monjo, Felipe Corcoles, Joaquirn Pedra. Parameter Estimation of Wound-Rotor Induction Motors From Transient Measurements // IEEE Transactions on Energy Conversion, 2014. Vol. 10. № 2. P. 300–308.

Материал баспаға 13.06.22 түсті.

*С. Н. Кладиев¹, Н. Д. Сарбасова², А. Д. Умурзакова³

¹Томский политехнический университет, Российская Федерация, г. Томск;

²Торайгыров университет, Республика Казахстан, г. Павлодар;

³Казахский агротехнический университет имени С. Сейфуллина, Республика Казахстан, г. Нур-Султан.

Материал поступил в редакцию 13.06.22.

РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ СПОСОБОВ РЕАЛИЗАЦИИ УПРАВЛЯЮЩЕГО КАНАЛА ДЛЯ СОРТИРОВКИ КРУГЛОГО ЛЕСА

В статье рассмотрена возможность сформировать управляющий канал с помощью асинхронного трёхфазного двигателя с фазным ротором. Целью исследования является разработка способов реализации управляющего канала для сортировки круглого леса. Автоматизированная сортировка лесоматериалов является

одним из основных видов работ на современных лесных складах, лесоперерабатывающих и деревообрабатывающих предприятий. При автоматизированной сортировке продольные транспортеры оборудуют бревносбрасывателями и командными аппаратами, обеспечивающими автоматическое управление их работой. Выбор сортировочного устройства обусловлен грузооборотом склада, сортиментным составом, дробностью сортировки и условиями отгрузки лесоматериалов потребителям, как правило, при сортировке круглого леса применяются в основном ценные лесотранспортеры. В данной работе рассмотрено применение тахогенераторов и регулируемого электропривода для реализации управляющего канала, возможность регулирования скорости управляющего канала и управления без применения дополнительных средств непрерывными сортировочными устройствами. В исследовании был применен метод имитационного моделирования в Matlab 2021a, позволяющий убедиться в работоспособности разработанной реализации управляющего канала, и произвести оценку ошибок показателей функционирования управляющего канала. Результаты имитационного моделирования подтвердили возможность практического применения предлагаемого способа реализации управляющего канала. На основании полученных результатов можно сделать вывод, что для управления дискретными сортировочными устройствами данный способ реализации управляющего канала можно использовать.

Ключевые слова: асинхронный трёхфазный двигатель с фазным ротором, управляющий канал, сортировка круглого леса, автоматизация процесса сортировки, транспортер.

*S. N. Kladiyev¹, N. D. Sarbasova², A. D. Umurzakova³

¹ Tomsk Polytechnic University, Russian Federation, Tomsk;

² Toraihyrov University, Republic of Kazakhstan, Pavlodar;

³ S.Seifullin Kazakh Agrotechnical University,

Republic of Kazakhstan, Nur-Sultan,

Material received on 13.06.22.

DEVELOPMENT AND RESEARCH OF WAYS TO IMPLEMENT A CONTROL CHANNEL FOR SORTING ROUNDWOOD

The article considers the possibility of forming a control channel using an asynchronous three-phase motor with a phase rotor. The purpose of the study is to develop ways to implement a control channel for sorting

roundwood. Automated sorting of timber is one of the main types of work at modern timber warehouses, timber processing and woodworking enterprises. With automated sorting, longitudinal conveyors are equipped with log spreaders and command devices that provide automatic control of their operation. The choice of a sorting device is due to the cargo turnover of the warehouse, the sorting composition, the fractional sorting and the conditions of shipment of timber to consumers, as a rule, chain timber transporters are mainly used when sorting roundwood. In this paper, the use of tachogenerators and an adjustable electric drive for the implementation of the control channel, the possibility of controlling the speed of the control channel and controlling continuous sorting devices without the use of additional means is considered. In the study, the method of simulation modeling in Matlab 2021a was applied, allowing to verify the operability of the developed implementation of the control channel, and to assess the errors of the indicators of the functioning of the control channel. The simulation results confirmed the possibility of practical application of the proposed method of implementing the control channel. Based on the results obtained, it can be concluded that this method of implementing the control channel can be used to control discrete sorting devices.

Keywords: asynchronous three-phase motor with a phase rotor; control channel, round wood sorting, sorting process automation, conveyor.

Теруге 13.06.2022 ж. жіберілді. Басуға 30.06.2022 ж. қол қойылды.

Электронды баспа

16,6 Мб RAM

Шартты баспа табағы 23.88. Таралымы 300 дана. Бағасы келісім бойынша.

Компьютерде беттеген: А. К. Мыржикова

Корректор: А. Р. Омарова

Тапсырыс № 3958

Сдано в набор 13.06.2022 г. Подписано в печать 30.06.2022 г.

Электронное издание

16,6 Мб RAM

Усл. печ. л. 23.71. Тираж 300 экз. Цена договорная.

Компьютерная верстка: А. К. Мыржикова

Корректор: А. Р. Омарова

Заказ № 3958

«Toraighyrov University» баспасынан басылып шығарылған

Торайғыров университеті

140008, Павлодар қ., Ломов к., 64, 137 каб.

«Toraighyrov University» баспасы

Торайғыров университеті

140008, Павлодар қ., Ломов к., 64, 137 каб.

67-36-69

E-mail: kereku@tou.edu.kz

www.vestnik-energy.tou.edu.kz