

# Matlab пакетіндегі күн тақтасынан энергиямен қамтамасыз ету жүйесін басқаруды зерттеу

<sup>1</sup>**БАЙДИЛДИНА Айжан Төлеубековна**, PhD, қауымдастырылған профессор, atj-43@mail.ru,

<sup>1\*</sup>**АЛИБЕККЫЗЫ Карлыгаш**, PhD, қауымдастырылған профессор, Karlygash.eleusizova@mail.ru,

<sup>2</sup>**БЕЛЬГИНОВА Сауле Аскербековна**, PhD, қауымдастырылған профессор, sbelginova@gmail.com,

<sup>3</sup>**БУГУБАЕВА Алина Жанатбековна**, PhD, қауымдастырылған профессор, alina\_bugubayeva@mail.ru,

<sup>1</sup>**САРСЕНОВА Айжан Аскербековна**, оқытушы, ASarsenova75@mail.ru,

<sup>1</sup>«Д. Серікбаев атындағы Шығыс Қазақстан техникалық университеті» КеАҚ, Қазақстан, Өскемен, А.К. Протозанов көшесі, 69,

<sup>2</sup>«Тұран» университеті, Қазақстан, Алматы, Сәтбаев көшесі, 16а,

<sup>3</sup>Қазтұтынуодағы Қарағанды университеті, Қазақстан, Қарағанды, Академическая көшесі, 9,

\*автор-корреспондент.

**Аңдатпа.** Қазіргі уақытта көптеген дамыған елдерде жаңартылатын энергия көздерін белсенді пайдалану осы елдердің экономикасының перспективалық дамуын қамтамасыз ететін өмірлік маңызды, стратегиялық қажетті ресурс ретінде қабылдануда. Болжамдар бойынша жаһандық энергия тұтынуудағы жаңартылатын энергияның (күн, жел, толқын, күн энергиясы және т.б.) үлесі жыл сайын артып, 2030 жылға қарай 30%-ға, 2050 жылға қарай 50%-ға жетуі мүмкін. Қазақстан экономикасының орнықты даму болашақтары, басқа дамушы елдер сияқты, сандық трансформация тұжырымдамасына негізделген «инклюзивті» экономиканың жаңа моделін енгізумен байланысты – ұйымның негізгі технологиялық үрдістерді басқару жүйесін оңтайландырумен сүйемелденетін сандық технологияларды енгізу процесі. Сандық трансформация энергетикалық бизнес-құрылымдар мен тұтынушылар үшін әлеуметтік-экономикалық нәтижелерді ұлғайтудың жаңа бағыттарын ашады: ағымдағы операциялық шығындарды азайту, өнімділікті арттыру, жекелендіру және білім берудің практикалық бағдарлануы. Мақала MatLab пакетіндегі күн тақтасынан автономды объектінің энергиямен қамтамасыз ету жүйесін зерттеуге арналған. Зерттеу барысында біз аккумулятор батареясы мен күн тақтасының оңтайлы кернеуін анықтадық, мысалы, тіркелген жүктеме параметрлеріндегі кернеу түрлендіргіші.

**Кілт сөздер:** сандық түрлендіру, күн тақтасы, реттеу, тоқ, кернеу, энергиямен қамтамасыз ету жүйесі, трансформация коэффициенті, төмен вольтты жүйе, түрлендіргіштер, аккумулятор батареясы.

**Кіріспе.** Мамандардың көзқарасы бойынша, оны «цифрландыру» ұғымынан ажырататын «сандық трансформацияның» негізгі белгілері – бұл платформалардың интеграциясы, саннан сапаға көшу, барлық әлеуметтік-экономикалық ортада күрделі жүйелік мәселелерді шешу. Сандық трансформацияның салалық ерекшелігі жаңа ақпараттық байланыстар мен артықшылықтарды тудыратын барлық бизнес-үрдістерде бар. Салыстырмалы түрде жақында сандық трансформация ақпараттық құжатталған процедуралардың өнімділігін арттыру мақсатында жеке қызметтерді компьютерлендіру үшін сандық технологияларды жергілікті енгізу деп есептелді. Бірақ көп ұзамай сандық трансформация – бұл интеграцияланған сандық әлемде сәтті бәсекелестіктің жаңа мүмкіндіктері пайда болатын бизнес-үрдістерді ұйымдастыру деген түсінік пайда болды.

Сандық трансформация жаңартылатын энергия көздерінен энергияны түрлендіруді зерттеу-

дің толық талдауын қамтамасыз етеді.

Қазіргі уақытта әлемнің көптеген дамыған елдерінде жаңартылатын энергия көздерін белсенді пайдалану осы елдердің экономикасының перспективалық дамуын қамтамасыз ететін өмірлік маңызды, стратегиялық қажетті ресурс ретінде қабылдануда. Болжамдар бойынша жаһандық энергия тұтынуудағы жаңартылатын энергияның үлесі (күн, жел, толқын, жылуэнергетика және т.б.) жыл сайын артып, 2030 жылға қарай 30%, 2050 жылға қарай 50% жетеді. Дегенмен, болашағы зор нәтижелерге қарамастан, баламалы энергия көздері жаппай тұтынушының күтуіне оңтайлы сәйкестік деңгейін әлі таба алмады.

Энергиямен қамтамасыз ету жүйесінде жаңартылатын энергия көздерін пайдаланудағы маңызды мәселелердің бірі күн батареясы, жел қондырғысы өндіретін қуаттың айтарлықтай тұрақсыз мәні болып табылады.

Қазақстанда су электр станциялары, жылу

электр станциялары есебінен орталықтандырылған энергиямен қамтамасыз ету басым. Қазіргі уақытта электр энергетикасы саласында өндірістік қорлардың негізгі және қосалқы жабдықтарының тозуы, электр желілеріндегі жоғары ысыраптар, электр энергиясын өндіру мен тарату бағасының жиі көтерілуі сияқты мәселелер бар. Өткен ғасырдың 60-жылдары орталықтандырылған электрмен жабдықтау жүйесіне жаппай қосылу басталды, сондықтан ішкі тарату желілерінің тіректері мен сымдарының тозуы 50%, ЖЭО жабдықтарының тозуы 60% дерлік. Сондықтан көп ұзамай орталықтандырылған электрмен жабдықтау жүйесі сенімсіз болып, электр энергиясы тапшы болуы мүмкін. Бұл жағдайдан шығудың бір жолы күн тақтасымен энергиямен қамтамасыз ету жүйесін пайдалану болуы мүмкін.

**Материалдар мен тәсілдер.** Matlab пакетінің құрамына кіретін Simulink-те (3) сурет аккумулятор батареясының бағыныңқы кернеуін реттеудің құрылымдық сұлбасын қарастырған кезде, күн тақтасының құрылымдық сұлбасы тұрғызылды [1] (4-сурет).

Зерттеу барысында біз аккумулятор батареясы мен күн тақтасының оңтайлы кернеуін анықтадық, мысалы, тіркелген жүктеме параметрлеріндегі кернеу түрлендіргіші [2].

Автономды объектінің энергиямен қамтамасыз ету жүйесі күн тақтасынан тұрады [3]. Иілгіш күн тақтасының сыртқы түрі 3-суретте көрсетілген.

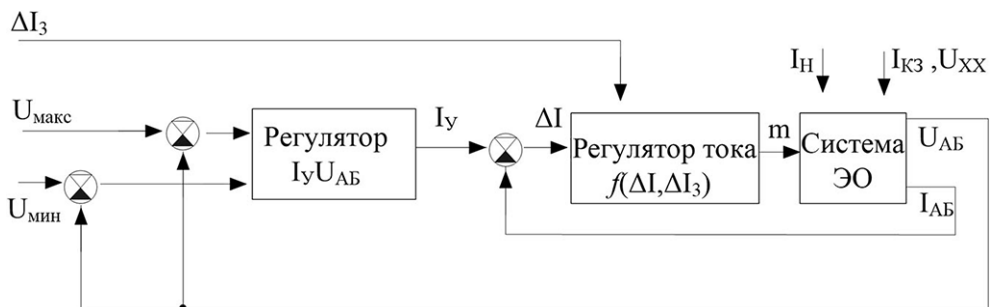
Аккумулятор батареясын (accumulator battery) тоқ кернеуінің артуынан қорғау, кернеуді 24В-тан 220В-қа түрлендіру (converter) кезінде математикалық үлгі негізінде әзірленген аккумулятор батареясының қорғаныс блогын (protection unit) қамтамасыз етеді [4] (4-сурет).

Үлгілеу көрсеткендей, оң энергия теңгерімі кезінде АВ1 және АВ2 кернеулері берілген режимде 24/220 В және сонымен бірге жүктеменің толық жұмыс істеуі қамтамасыз етіледі. Теріс энергия теңгерімі кезінде жүктеме жұмысы АВ1 және АВ2 кернеуінің рұқсат етілген мәніне жеткен кезде тоқтайды, ал энергиямен қамтамасыз ету жүйесі (ӘКЕЖ) апаттық жұмыс тәртібіне кіріседі және аккумуляторларды зарядтайды.

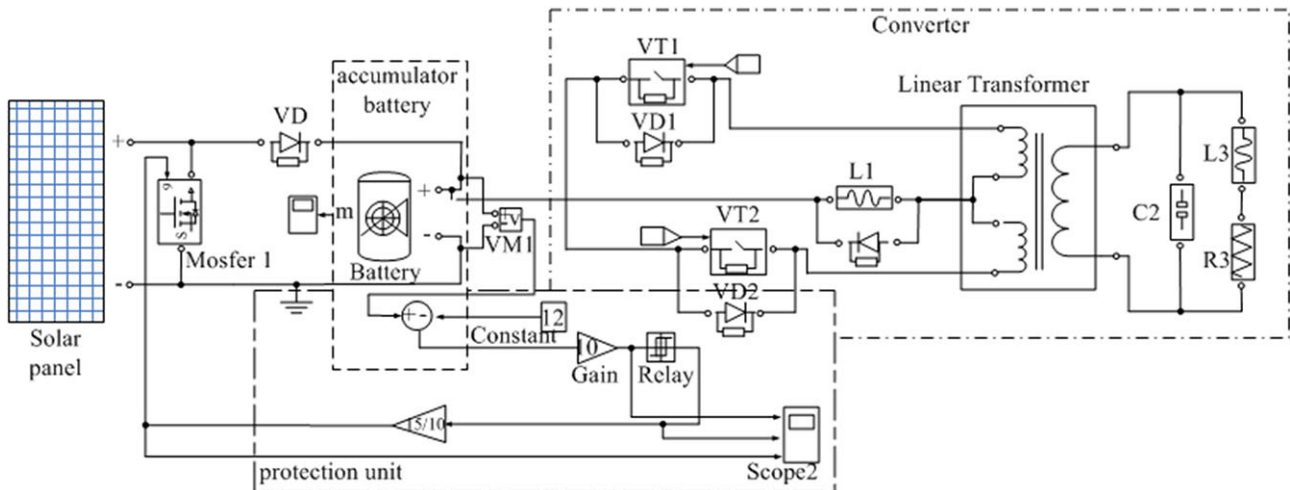
**MatLab пакетіндегі күн тақтасынан энергиямен жабдықтау жүйесін әзірлеу**

Төмен вольтты жарықтандыру жүйесі бойынша эксперименттік деректерді жүргізгеннен кейін аккумулятор батареясы мен күн тақтасының кернеуін реттеу қажет.

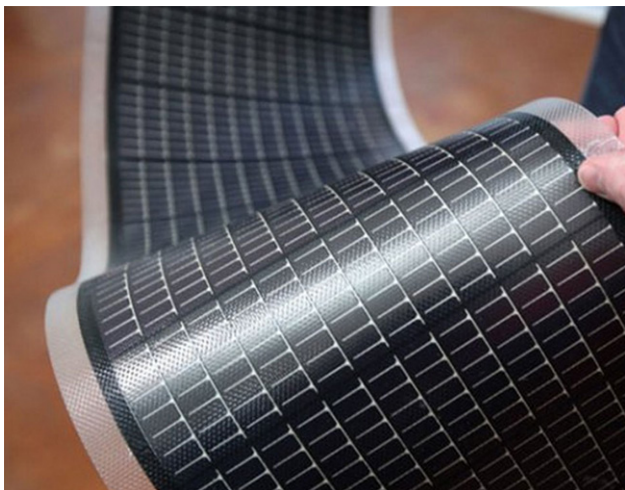
Әзірленген математикалық үлгілер негізінде MatLab пакетіне кіретін Simulink және



1-сурет – Аккумулятор батареясының бағыныңқы кернеуін реттеудің құрылымдық сұлбасы



2-сурет – MatLab-та күн тақтасының жұмысын үлгілеу



3-сурет – Күн тақтасының сыртқы түрі

Simpowersystems визуалды үлгілеу бағдарламалық құралында күн батареясының аккумулятор батареясының заряд сұлбасы құрастырылды. Бұл сұлба 4-суретте көрсетілген, төменде 12 В-тан 220 В-қа дейінгі кернеу түрлендіргішінің классикалық амплитудалық реттеуі берілген.

Күн тақтасы мен аккумулятор батареясының кернеуі 12 және 220 В арасында таңдалды және 50 Гц жиілікте 220 В айнымалы тоққа түрлендірілді.

Өртүрлі номиналды кернеулермен және түрлендіргішпен Simulink ортасында үлгілеу нәтижесінде аккумулятор батареясы мен күн тақтасының кернеуін таңдауға болады. Екінші тарауда келтірілген күн тақтасының есептеу әдісіне сәйкес, MatLab пакетінде үлгі құрастырылды, ол VD бөлетін диод арқылы аккумулятор батареясына қосылған PV1 тоқ көзінен тұрады. VM1 бақылағышы, GainRelay аккумулятор батареяның шамадан асыра қуаттауын болдырмау үшін аккумулятор батареясының тізбегіне қосылған. Аккумуляторды күн тақтасынан белгіленген максималды кернеуге дейін қуат алған кезінде, асыра қуаттауды болдырмау тізбегі күн тақтасының ар-

тық қуатын сіңіру үшін күн тақтасына параллель VT жүктеме транзисторын қосады. Аккумулятор батареясын асыра қуаттаудан реле реттегіші қорғайды, ол Constant тірек кернеуді орнатушыдан, Battery Constant – sumblock кернеуді салыстыру құрылғысынан, қателік күшейткіші Gain реттегіштен, VT басқаратын релелік Relay блогынан тұрады. Аккумулятор батареясындағы заряд кернеуі 14 В жеткенде, күн тақтасы VT қосқышы арқылы коммутацияланады [5].

$U_{AB}$  10-24 В кернеуіндегі төмен вольтты тізбекте кернеуді 220 В  $U_H$ -ға дейін арттыру үшін TV күштік трансформатор қолданылады, трансформация коэффициенті  $22 \div 16$  болады. Үлгілеу кезінде ендік-импульстік реттеу принципіне сәйкес 50 Гц шығыс кернеуін реттейтін тікбұрышты түрлендіргіш қолданылды.

Жүктемедегі синусоидалы кернеу TV трансформаторы арқылы түрлендіргішке қосылған параллельді резонанстық LC контуры арқылы қамтамасыз етіледі.  $L_H$  индуктивтілігі инвертордың тұтынылатын тоғын тегістейді, 0,8 бұрышпен белсенді-индуктивті жүктеменің  $L_H$  индуктивтілігі және  $C_2$  конденсаторы бар параллель қосылған трансформатор параллель резонанстық контурды құрайды. Жүктеме  $C_2$  конденсаторына қосылған және  $KG \leq 10\%$  синусоидалы кернеуге ие, аккумулятор батареясының кернеуі 220 В болғанда, TV күшейткіш трансформатор өшіріледі [6].

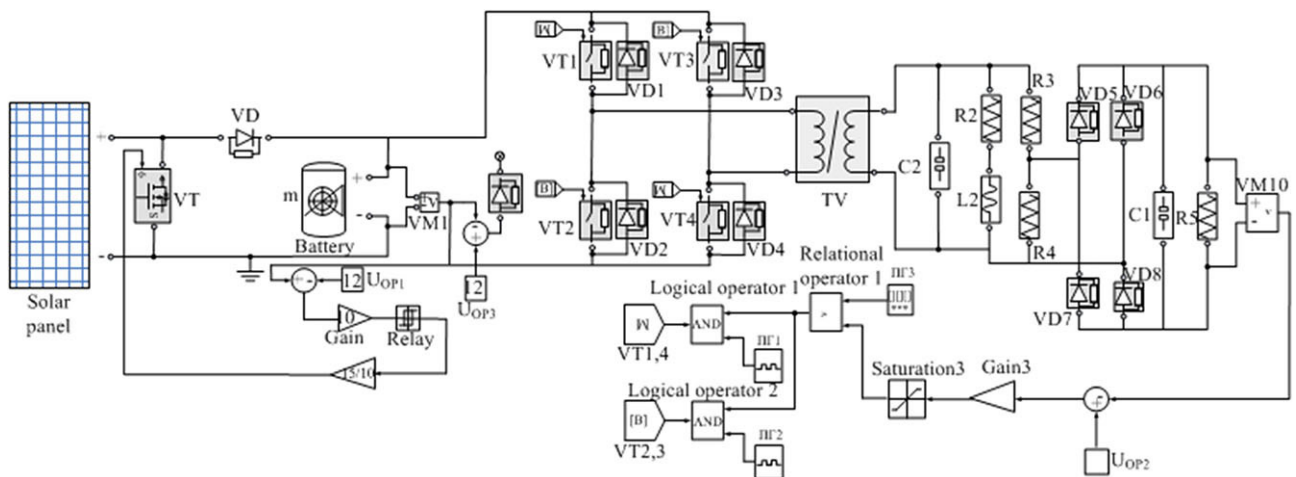
Үлгілеуде 5-суретте көрсетілген шығыс кернеуін реттеудің классикалық алгоритмі қолданылды.

Симметриялы үшбұрышты пішіннің жайылатын кернеуінің амплитудасы  $U_p = 2V$  тірек кернеуі  $U_{OP} = 3,5V$ .

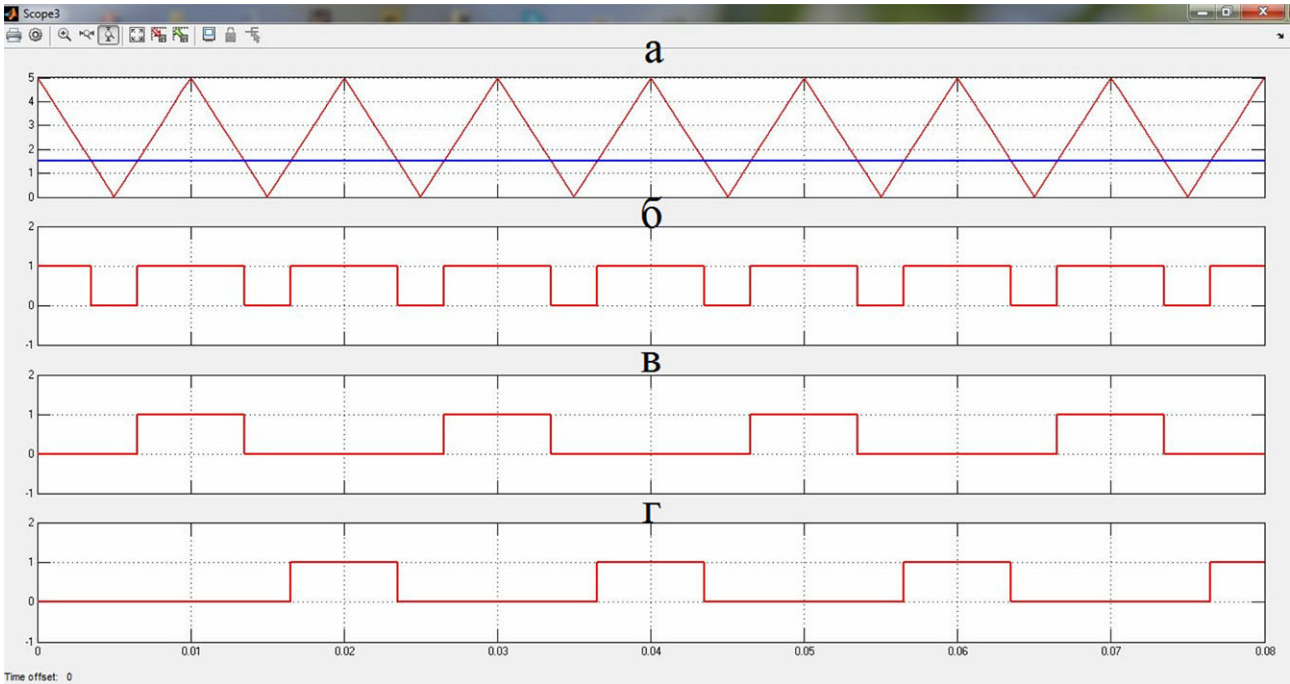
Келесі 6-суретте реттеу және реттеусіз режимінде  $U_H$ -ның  $U_{AB}$ -ге тәуелділігі көрсетілген [7, 8].

6-суретте тұтас сызықпен реттелетін түрлендіргіштің сипаттамалары, ал реттегішсіз нүктелі сызықпен көрсетілген.

Келесі 7-суретте 220 В кернеудің реттеу сипаттамасы және 10-нан 14 В-қа дейінгі аккумулятор

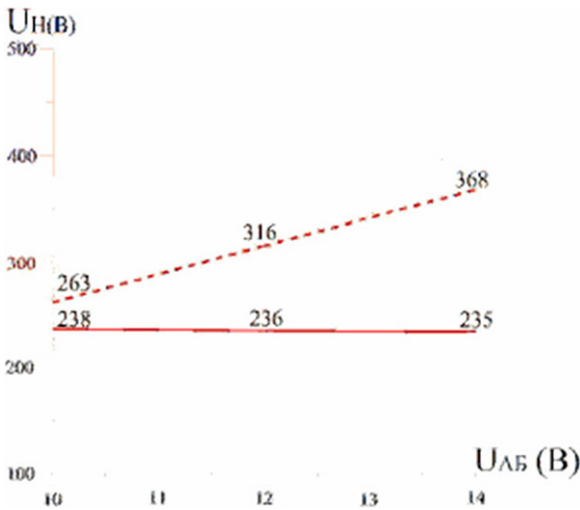


4-сурет – MatLab бағдарламасында күн тақтасын үлгілеу сұлбасы

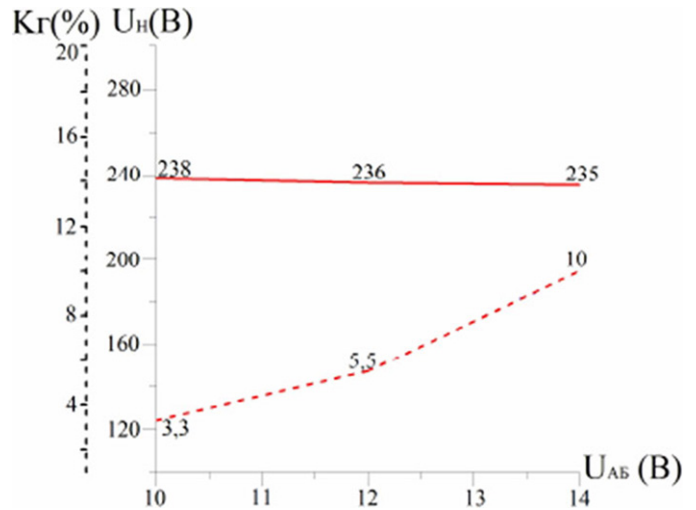


а) тірек кернеуді үшбұрышты пішінімен салыстыру, б) үшбұрышты пішінімен және тірек кернеумен салыстырудан кейінгі сигналдар; в) 1, 4 транзисторға келетін сигналдар; г) 2, 3 транзисторға келетін сигналдар

5-сурет – Шығу кернеуін үлгілеу нәтижелерінің терезесі



6-сурет – Түрлендіргіштің сипаттамалары



7-сурет – Реттеу сипаттамалары

батареясы кернеуіне байланысты гармоникалық коэффициент  $K_T$  көрсетілген.

1-кестеде жүктің және өлшеуші органның сипаттамалары көрсетілген.

8-суретте 10 В аккумулятор батареясының тұрақты кернеуіндегі түрлендіргіштің жүктеме сипаттамасы көрсетілген, ол жүктеме номиналдан бос жүріске ауысқанда жойылады [7-10].

Келесі 9-суретте 14 В кернеуде реттеусіз алынған түрлендіргіштің сыртқы сипаттамасы көрсетілген

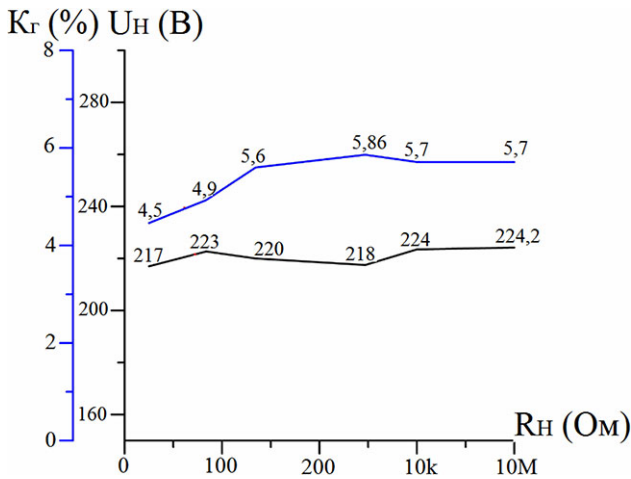
Классикалық амплитудалық реттеу режимінде тұрақтылықты қамтамасыз ету үшін тірек кер-

неудің мәнін және жайылатын кернеу амплитудасын анықтаймыз (2-кесте және 10-сурет).

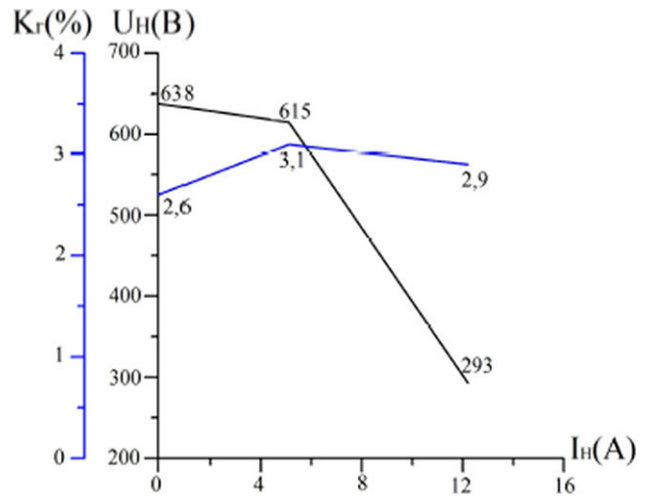
Гармоника өлшемшарты бойынша  $K_T = 10\%$  қолайлы, сондықтан 2-кестеден  $U_H = 235V$ ,  $U_{OP} = 3,5$  мВ және  $U_P = 2V$  қатынастарын таңдаймыз.

Аккумулятор батареясының кіріс кернеуі 14 В болатын шығыс кернеуінің классикалық амплитудалық реттеуі арқылы күн тақтасын басқаруды үлгілеу нәтижелері 11-суретте көрсетілген, [9].

Зерттеу шығыс кернеуінің классикалық амплитудалық реттеуін пайдалана отырып, күн тақтасын басқаруды үлгілеу  $K_T \leq 10\%$  гармоникалық коэффициенті бар 220 В жүктеме кернеуі



8-сурет – Түрлендіргіштің жүктеме сипаттамасы



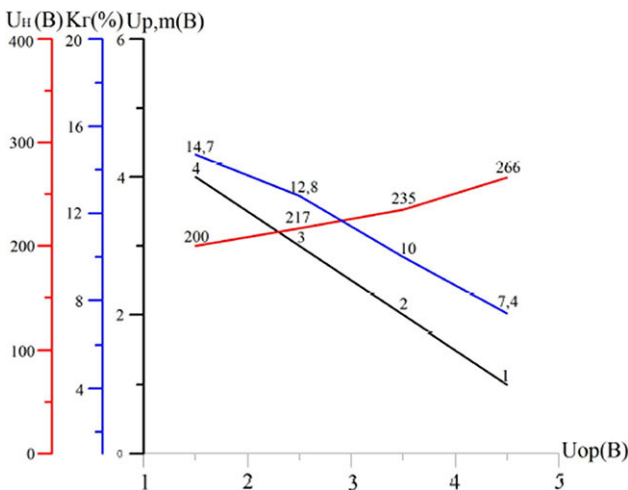
9-сурет – Түрлендіргіштің реттеусіз сыртқы сипаттамасы

1-кесте – Жүктеме мен өлшеуші органның мән-дері

Конденсатор $C_2$	150 мкФ
Кедергі $R_2$	19,36 Ом
Индуктивтілік $L_2$	46 мГн
Кедергі $R_3$	26 кОм
Кедергі $R_4$	0,45 кОм
Конденсатор $C_1$	100 мкФ
Кедергі $R_5$	10 кОм

2-кесте – Тірек және орнатушы кернеу генераторы арасындағы параметр нәтижелері

$U_{AB}, B$	14			
$U_{OP} + U_P$	5			
$U_{OP}, mB$	1,5	2,5	3,5	4,5
$U_P, B$	4	3	2	1
$U_H, B$	200	217	235	266
$K_r, \%$	14,7	12,8	10	7,4



10-сурет – Түрлендіргіштің параметрлері

деңгейінің қажетті дәлдігін қамтамасыз ететінін көрсетті [10].

Бұл реттеу әдісі 24 В кернеуі бар төмен вольтты жарықдиодты жарықтандыру үшін қолданылады.

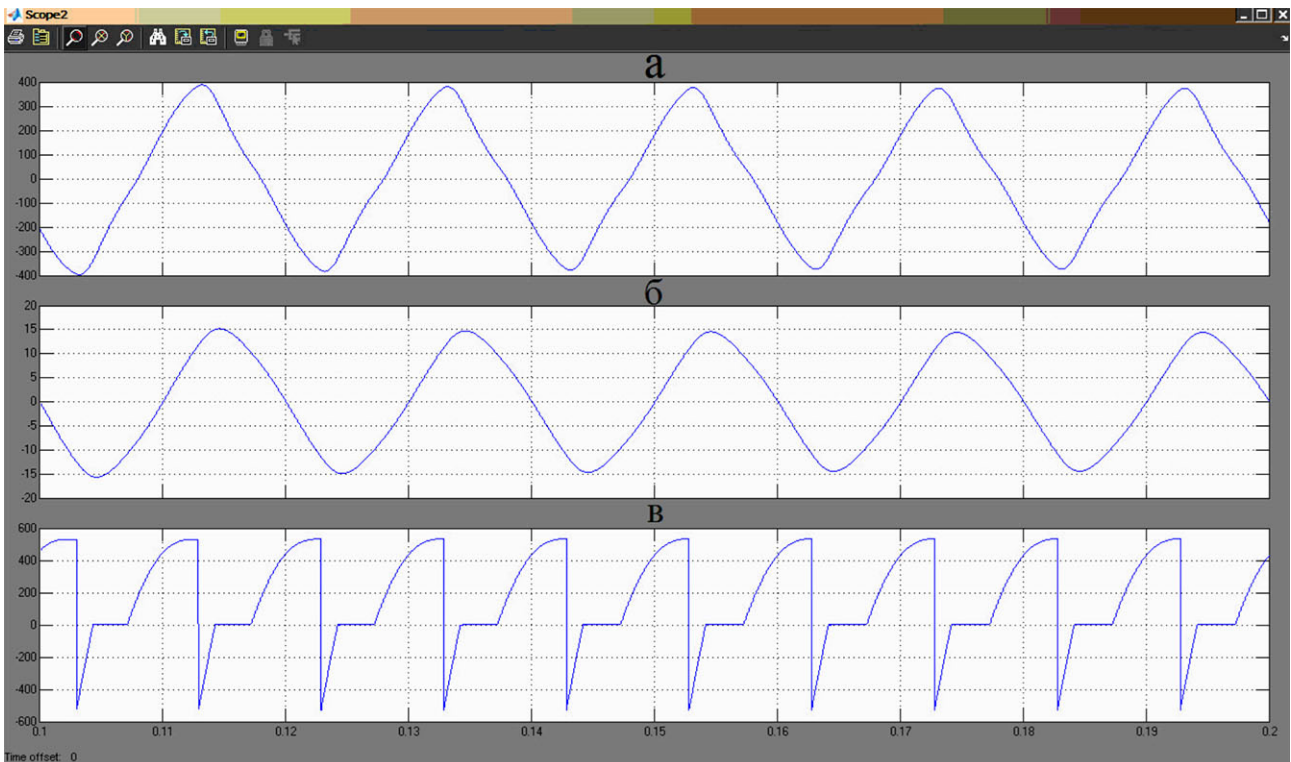
**Қорытынды.** Үлгілеу нәтижелері энергиямен қамтамасыз ету жүйесінің имитациялық үлгісі оған енгізілген жұмыс логикасына сәйкес

құрылған және соған байланысты жұмыс істейді деген қорытынды жасауға мүмкіндік береді. Бұл үлгінің көмегімен энергиямен қамтамасыз ету жүйесінің әртүрлі жұмыс тәртiптерiн көрнекi түрде имитациялауға болады.

Әртүрлі номиналды кернеулермен және түрлендіргішпен Simulink ортасында үлгілеу нәтижесінде аккумулятор батареясы мен күн тақтасының кернеуін таңдауға болады.

Зерттеу шығыс кернеуінің классикалық амплитудалық реттеуін пайдалана отырып, күн тақтасын басқаруды үлгілеу жүктеме кернеуі деңгейінің қажетті дәлдігін қамтамасыз ететінін көрсетті.

Жүйелік сандық трансформация іргелес салаларда орталықтандырылмаған (автономды) энергия жүйелері мен инфрақұрылымның пайда болуын (мысалы, ақылды ұтқырлық), сандық қызметтер спектрін кеңейтуді, предиктивті аналитикаға арналған машиналық оқыту алгоритмдерін қоса алғанда, жаңа шешімдердің кең ауқымын, таратылған тізілім жүйелері арқылы энергия өндірушілер мен тұтынушылар арасындағы өзара есеп айырысуды автоматтандыруды, энергия ресурстарын сатуға арналған сандық сервистерді, қазіргі заманғы энергетикалық менеджмент жүйелері және салааралық платформалық шешімдер.



а) түрлендіргіштің шығыс кернеуі; б) жүктеме арқылы өтетін ток; в) қуат көзінің тоғы  
11-сурет – Күн тақтасын үлгілеу нәтижелері

## ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Цифровой Казахстан – официальный сайт Государственной программы [digitalkz.kz](http://digitalkz.kz)
2. Цифровая трансформация энергопотребления в Казахстане // [energoinform.kz/news/cifrovaya-tra...](http://energoinform.kz/news/cifrovaya-tra...)
3. A. Zhaparova, A. Baklanov, D. Titov, G. Gyorok, Study of the Effectiveness of Switching-on LED Illumination Devices and the Use of Low Voltage System in Lighting. Journal of Applied Sciences Acta Polytechnica Hungarica. – Budapest. Volume 12. Issue Number 5. 2015. Pp. 71-80.
4. A. Zhaparova, A. Baklanov, D. Titov, Improving the efficiency of led lighting by switching to low-voltage technology. International Conference on Industrial Engineering. «Procedia Engineering» (ICIE-2015). Netheriands. 2015. – Pp. 171-177.
5. A. Baidildina, A. Baklanov, The Technique of Providing the Specified Operating Modes of the Power System with Using a Solar Battery as an Element of Smart Technologies. Materials 2018 5th International Conference on Electrical and Electronics Engineering (ICEEE 2018). – Vol. 433. – Pp. 162-165. [www.scopus.com](http://www.scopus.com).
6. A. Baidildina, A. Baklanov, Development of complex control of electric power supply system with the application of a solar battery. Materials 2018 International Multi-Conference on Industrial Engineering and Modern Technologies (FarEastCon). Pp. 1-4. ISBN: 978-153869535-7. DOI: 10.1109/FarEastCon.2018.8602755, EID: 2-s2.0-85061726207. [www.scopus.com](http://www.scopus.com)
7. A. Baidildina, The process automation of an autonomous object power supply system using Smart technologies. Materials 2018 4th International Conference on Industrial Engineering, Applications and Manufacturing (ICIEAM). 2018. – Pp. 1-4.
8. Сценарий развития направления «Безопасная, чистая и эффективная энергетика» в Казахстане до 2030 года. <http://www.ncste.kz/ru/content/сценарий-энергетика>.
9. Проект Стратегия «Эффективное использование энергии и возобновляемых ресурсов Республики Казахстан в целях устойчивого развития до 2024 года».
10. Байдилдина А.Т., Бакланов А.Е. Smart-технологии контроля и управления системами энергообеспечения автономного объекта / ВКГТУ. Усть-Каменогорск, Семей: Редакционно-издательский центр «Zhardem». 2019. – 135 с. ISBN 978-601-208-535-8.

### **Исследование управления системой энергоснабжения от солнечных панелей в пакете Matlab**

<sup>1</sup>БАЙДИЛДИНА Айжан Толеубековна, PhD, ассоциированный профессор, atj-43@mail.ru,

<sup>1\*</sup>АЛИБЕККЫЗЫ Карлыгаш, PhD, ассоциированный профессор, Karlygash.eleusizova@mail.ru,

<sup>2</sup>БЕЛЬГИНОВА Сауле Аскербековна, PhD, ассоциированный профессор, sbelginova@gmail.com,

<sup>3</sup>БУГУБАЕВА Алина Жанатбековна, PhD, ассоциированный профессор, alina\_bugubayeva@mail.ru,

<sup>1</sup>САРСЕНОВА Айжан Аскербековна, преподаватель, ASarsenova75@mail.ru,

<sup>1</sup>НАО «Восточно-Казахстанский технический университет имени Д. Серикбаева», Казахстан, Усть-Каменогорск, ул. А.К. Протозанова, 69,

<sup>2</sup>Университет «Туран», Казахстан, Алматы, ул. Сатпаева, 16а,

<sup>3</sup>Карагандинский университет Казпотребсоюза, Казахстан, Караганда, ул. Академическая, 9,

\*автор-корреспондент.

**Аннотация.** В настоящее время активное использование возобновляемых источников энергии во многих развитых странах принято в качестве жизненно важных, стратегически необходимых ресурсов, обеспечивающих перспективное развитие экономик этих стран. По прогнозам доля возобновляемой энергетики (солнечной, ветряной, приливной, гелиоэнергетики и т.п.) в мировом энергопотреблении будет ежегодно возрастать и к 2030 г. составит 30%, к 2050 г. – 50%. Перспективы устойчивого развития экономики Казахстана, как и других развивающихся стран, связаны с внедрением новой модели «инклюзивной» экономики, основанной на концепции цифровой трансформации – процесса внедрения цифровых технологий, сопровождающегося оптимизацией системы управления основными технологическими процессами организации. Цифровая трансформация открывает новые направления повышения социально-экономических результатов для энергетических бизнес-структур и потребителей: снижение текущих операционных затрат, повышение производительности, персонализация и практическая направленность образования. Статья посвящена исследованию системы энергоснабжения автономного объекта от солнечной батареи в пакете Matlab. В ходе нашего исследования мы определили оптимальное напряжение для аккумулятора и солнечной панели, например, преобразователя напряжения при фиксированных настройках нагрузки.

**Ключевые слова:** цифровое преобразование, солнечная панель, регулирование, ток, напряжение, система электроснабжения, коэффициент трансформации, низковольтная система, преобразователи, батарея.

### **Study of the Power Supply System Management from Solar Panels in the Matlab Package**

<sup>1</sup>BAIDILDINA Aizhan, PhD, Associate Professor, atj-43@mail.ru,

<sup>1\*</sup>ALIBEKKYZY Karlygash, PhD, Associate Professor, Karlygash.eleusizova@mail.ru,

<sup>2</sup>BELGINOVA Saule, PhD, Associate Professor, sbelginova@gmail.com,

<sup>3</sup>BUGUBAYEVA Alina, PhD, Associate Professor, alina\_bugubayeva@mail.ru,

<sup>1</sup>SARSENOVA Aizhan, Lecturer, ASarsenova75@mail.ru,

<sup>1</sup>NCJSC «D. Serikbayev East Kazakhstan Technical University», Kazakhstan, Oskemen, A.K. Protozanov Street, 69,

<sup>2</sup>Turan University, Kazakhstan, Almaty, Satpayev Street, 16a,

<sup>3</sup>Karaganda University of Kazpotrebsoyuz, Kazakhstan, Karaganda, Akademicheskaya Street, 9,

\*corresponding author.

**Abstract.** At present, the active use of renewable energy sources in many developed countries is accepted as a vital, strategically necessary resource that ensures the promising development of the economies of these countries. According to forecasts, the share of renewable energy (solar, wind, tidal, solar energy, etc.) in global energy consumption will increase annually and will reach 30% by 2030, and 50% by 2050. The prospects for sustainable development of the economy of Kazakhstan, as well as other developing countries, are associated with the introduction of a new model of an «inclusive» economy based on the concept of digital transformation – the process of introducing digital technologies, accompanied by optimization of the management system of the organization's main technological processes. Digital transformation opens up new directions for improving socio-economic results for energy business structures and consumers: reducing current operating costs, increasing productivity, personalization and practical orientation of education. The article is devoted to the study of the power supply system of an autonomous object from a solar battery in the Matlab package. During our research, we determined the optimal voltage for a battery and a solar panel, such as a voltage converter, at fixed load settings.

**Keywords:** digital conversion, solar panel, regulation, current, voltage, power supply system, transformation ratio, low voltage system, converters, battery.

## REFERENCES

1. Cifrovoy Kazahstan – oficial'nyj sajt Gosudarstvennoj programmy digitalkz.kz
2. Cifrovaya transformaciya energopotrebleniya v Kazahstane // energoinform.kz>news/cifrovaya-tra...
3. A. Zhaparova, A. Baklanov, D. Titov, G. Gyorok, Study of the Effectiveness of Switching-on LED Illumination Devices and the Use of Low Voltage System in Lighting. Journal of Applied Sciences Acta Polytechnica Hungarica. – Budapest. Volume 12. Issue Number 5. 2015. Pp. 71-80.
4. A. Zhaparova, A. Baklanov, D. Titov, Improving the efficiency of led lighting by switching to low-voltage technology. International Conference on Industrial Engineering. «Procedia Engineering» (ICIE-2015). Netheriands. 2015. – Pp. 171-177.
5. A. Baidildina, A. Baklanov, The Technique of Providing the Specified Operating Modes of the Power System with Using a Solar Battery as an Element of Smart Technologies. Materials 2018 5th International Conference on Electrical and Electronics Engineering (ICEEE 2018). – Vol. 433. – Pp. 162-165. www.scopus.com.
6. A. Baidildina, A. Baklanov, Development of complex control of electric power supply system with the application of a solar battery. Materials 2018 International Multi-Conference on Industrial Engineering and Modern Technologies (FarEastCon). Pp. 1-4. ISBN: 978-153869535-7. DOI: 10.1109/FarEastCon.2018.8602755, EID: 2-s2.0-85061726207. www.scopus.com
7. A. Baidildina, The process automation of an autonomous object power supply system using Smart technologies. Materials 2018 4nd International Conference on Industrial Engineering, Applications and Manufacturing (ICIEAM). 2018. – Pp. 1-4.
8. Scenarij razvitiya napravleniya «Bezopasnaya, chistaya i effektivnaya energetika» v Kazahstane do 2030 goda. <http://www.ncste.kz/ru/content/scenarij-energetika>.
9. Proekt Strategiya «Effektivnoe ispol'zovanie energii i vozobnovlyaemyh resursov Respubliki Kazahstan v celyah ustojchivogo razvitiya do 2024 goda».
10. Bajdildina A.T., Baklanov A.E. Smart-tehnologii kontrolya i upravleniya sistemami energoobespecheniya avtonomnogo ob'ekta / VKGTU. Ust'-Kamenogorsk, Semej: Redakcionno-izdatel'skij centr «Zhardem». 2019. – 135 p. ISBN 978-601-208-535-8.