

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

---

№ 4 (2023)

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/SMUR2431>

**Бас редакторы – главный редактор**

Кислов А. П.  
*к.т.н., доцент*

Заместитель главного редактора

Талипов О. М., *доктор PhD*

Ответственный секретарь

Калтаев А.Г., *доктор PhD*

**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., *д.т.н., профессор*  
Алиферов А.И., *д.т.н., профессор (Россия)*  
Кошеков К.Т., *д.т.н., профессор*  
Приходько Е.В., *к.т.н., профессор*  
Оспанова Н. Н., *к.п.н., доцент*  
Нефтисов А. В., *доктор PhD*  
Омарова А.Р., *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 университет

<https://doi.org/10.48081/ZNDI9686>

**\*А. К Ашимова<sup>1</sup>, А. А. Бектасова<sup>2</sup>, К. Б. Шакенов<sup>3</sup>,  
Е. А Сарсенбаев<sup>4</sup>**

<sup>1,2,3,4</sup>Satbayev University, Қазақстан Республикасы, Алматы қ.,

e-mail: [Ashimova\\_ak@mail.ru](mailto:Ashimova_ak@mail.ru)

## **ЭЛЕКТР ЭНЕРГИЯСЫН ЖИНАҚТАУ ЖҮЙЕЛЕРІ**

*Бұл мақалада жел мен күн сияқты жаңартылатын энергия көздерінің өсіп келе жатқан интеграциясына байланысты электр энергетикасы жүйесінде барған сайын өзекті болып келе жатқан дискілерді дамыту қарастырылған. Жаңартылатын энергия көздері өзгермелі және болжанбайтын табиғатымен танымал, бұл электр жүйесінің тұрақтылығын сақтау үшін қиындықтар тудыруы мүмкін. Батареялар сияқты сақтау құрылғылары төмен өндіріс кезеңдерінде пайдалану үшін жаңартылатын көздерден өндірілетін артық энергияны сақтау құралдарын қамтамасыз ету арқылы осы мәселелерді шешуге көмектеседі.*

*Сақтау құрылғыларының электр жүйесінің тұрақтылығын арттырудың бір жолы-жаңартылатын энергия өндірісінің ауытқуларына қарсы буферді қамтамасыз ету. Мысалы, күн энергиясы жоғары өндірілген кезде, артық энергия кейінірек пайдалану үшін батареяларда сақталуы мүмкін және босқа кетпейді. Бұл жаңартылатын энергия өндірісінің төмен деңгейінде де желіге тұрақты энергия жеткізілімін қамтамасыз етуге көмектеседі. Сонымен қатар, үнемдеулерді нақты уақыт режимінде сұраныс пен ұсынысты теңестіру арқылы желіні тұрақтандыруға көмектесетін жиілікті реттеу сияқты қолдау қызметтерін көрсету үшін пайдалануға болады. Соңғы жылдардағы зерттеу бағыттарының бірі-энергияны сақтау жүйелері үшін жақсы басқару алгоритмдерін жасау. Бұл зерттеулердің мақсаты әртүрлі жұмыс сценарийлерінің шығындары мен артықшылықтарын ескере отырып, энергияны сақтау жүйелерінің жұмысын оңтайландыратын алгоритмдерді әзірлеу болып табылады.*

*Кілтті сөздер: жаңартылатын энергия, сақтау құрылғылары, энергия сақтау жүйелері, күн энергиясы, желілік инфрақұрылым.*

## **Кіріспе**

Соңғы жылдары электр энергетикасы жүйелеріне арналған жинақтағыштарды әзірлеу энергетика секторындағы зерттеулер мен әзірлемелердің негізгі бағыттарының бірі болып табылады. Себебі дискілер қажет болған жағдайда қосымша қуат беру және ең жоғары сұраныс кезеңінде сенімді қызмет көрсету арқылы электр желісінің тұрақтылығын арттыруға көмектеседі. Сонымен қатар, олар жиілікті реттеу және кернеуді қолдау сияқты маңызды қызметтерді ұсына алады. Нәтижесінде электр энергиясын сақтау технологияларының әртүрлі түрлерін және олардың бүкіл әлем бойынша электр желілерінде әлеуетті қолданылуын зерттеуге үлкен қызығушылық пайда болды.

Бүгінгі таңда электр энергиясын сақтау технологиясының ең көп қолданылатын түрі-аккумуляторға негізделген жүйелер. Олар әдетте энергияны жаңартылатын көздерден немесе атом электр станциялары сияқты басқа көздерден сақтайтын қайта зарядталатын литий-ионды батареялардың үлкен блоктарынан тұрады. Батареялар газ турбиналары немесе көмір электр станциялары сияқты дәстүрлі генерация түрлеріне қарағанда бірқатар артықшылықтарға ие; мысалы, Олар осы әдістерге қарағанда тиімдірек, уақыт өте аз техникалық қызмет көрсетуді қажет етеді және шығарындылар шығармайды. Дегенмен, аккумуляторға негізделген жүйелердің кемшіліктерінің бірі-олардың басқа опциялармен салыстырғанда қымбаттығы.

Үнемдеулердің тағы бір артықшылығы-олар беру және тарату жүйелерін шамадан тыс жүктеместен желіге жаңартылатын энергияның үлкен көлемін біріктіруді қамтамасыз ете алады. Жаңартылатын энергияның енуі өскен сайын, дәстүрлі желілік инфрақұрылым жүктемеге ұшырауы мүмкін, бұл электр энергиясының сапасына және ықтимал ажыратуларға әкелуі мүмкін. Сақтау құрылғыларының қосылуымен артық жаңартылатын энергия кейінірек жинақталып, пайдаланылуы мүмкін, бұл энергияны беру және тарату жүйелеріне жүктемені азайтады және электр желісінің тұрақтылығын арттырады.

Жалпы алғанда, үнемдеулерді дамыту электр энергетикасы жүйесінің тұрақтылығын едәуір арттыра алады, бұл оны сенімді және жаңартылатын энергия көздерін біріктіруге төзімді етеді. Тұрақты энергетиканың маңыздылығының артуымен және энергияны сақтау технологияларының құнының төмендеуімен коммуналдық қызметтер, үкіметтер және жеке сектор Энергияны сақтаудың ауқымды шешімдеріне инвестиция салады. Бұл электр энергетикасы жүйесіне жаңартылатын энергия өндірудің жоғары кезеңінде де тұтынушыларға энергияны сенімді түрде жеткізуге мүмкіндік береді.

## **Материалдар мен әдістер**

Батарейалардан басқа, маховиктер электр қуатын сақтаудың тағы бір түрі болып табылады, олар соңғы уақытта батареяларға қарағанда әлеуетті үнемдеудің арқасында айтарлықтай назар аударуда. Маховиктер болат немесе бетон сияқты ауыр материалдардан жасалған айналмалы роторларда жинақталған кинетикалық энергияны пайдаланады; бұл энергияны қажет болған жағдайда роторлардың айналуын бәсеңдету немесе жеделдету арқылы сұраныс бойынша шығаруға болады. Негізгі артықшылығы-маховиктерді жасау батареяларға қарағанда аз материалдарды қажет етеді, бұл кейбір жағдайларда оларды арзанырақ етеді. Сондай-ақ, маховиктер батареялар сияқты химиялық реакцияларға тәуелді емес болғандықтан, олар ұзаққа созылады және аз күтімді қажет етеді .

Батарейалар электр желісінің маңызды құрамдас бөлігі болып табылады, өйткені олар оның тұрақтылығы мен сенімділігін арттыруға көмектеседі. Батарейалар ең жоғары сұраныс кезеңінде немесе жүйе тұрақсыз болған кезде пайдалануға болатын энергияны сақтау арқылы жұмыс істейді. Осылайша, батареялар жүктеменің немесе жиіліктің ауытқуын тегістеуге көмектеседі, әйтпесе тұрақсыздық пен ажыратуға әкелуі мүмкін.

Батарейалар әр түрлі болады, соның ішінде батареялар, маховиктер және сығылған ауа жүйелері. Батарейалар батареяның ең көп таралған түрі болып табылады, себебі олардың құны төмен және орнату оңай. Олар сондай-ақ жылдам жауап беру уақытын қамтамасыз етеді, бұл оларды Шығыс қуатының жылдам өзгеруін қажет ететін жиілікті реттеу сияқты қолданбаларға қолайлы етеді. Маховиктер жақсы сыйымдылықты қамтамасыз етеді, бірақ батареяларға қарағанда көбірек орын қажет және жауап беру уақыты салыстырмалы түрде баяу. Олар жоғары қысымды энергияны сақтау үшін сығылған ауаны пайдаланады, бұл оларды ұзақ мерзімді жинақталған энергия қажеттіліктері бар ауқымды қолданбалар үшін өте қолайлы етеді .

Маховиктер энергияны жылдам айналатын дөңгелекте кинетикалық энергия ретінде сақтайды. Олар энергияны қысқа мерзімді сақтау үшін пайдаланылуы мүмкін және электр энергиясына сұраныстың өзгеруіне тез жауап береді.

Батарейалар электр энергиясын сақтау және босату үшін химиялық реакцияларды пайдаланады. Олар энергияны қысқа мерзімді сақтау үшін пайдаланылуы мүмкін және электр энергиясына сұраныстың өзгеруіне тез жауап береді.

Батарейалар жүктеменің немесе жиіліктің кенеттен өзгеруінен туындаған кернеудің ауытқуын азайту арқылы қуат жүйесінің тұрақтылығын қамтамасыз етуде маңызды рөл атқарады. Ең жоғары сұраныс кезеңінде жүйеден артық энергияны сіңіру арқылы батареялар жүйенің тұрақсыздығын немесе тіпті істен шығуын тудыруы мүмкін шамадан тыс жүктемелердің алдын алады.

Бұл электр энергиясының бүкіл желіге сенімді жеткізілуін қамтамасыз етуге және шамадан тыс жүктеме салдарынан болатын зақымдарға байланысты қымбат жөндеуден аулақ болуға көмектеседі. Сонымен қатар, қажет болған жағдайда аккумуляторлардың көптеген түрлері желіде тез таусылуы мүмкін болғандықтан, олар электр желілерінің зақымдануы немесе техникалық қызмет көрсетудің жоспарлы үзілістері сияқты күтпеген оқиғалар кезінде де жұмыс істеуге көмектесетін төтенше резервтер ретінде әрекет ете алады.

Сорғы гидравликалық аккумуляторлары - энергияны сақтау түрі суды резервуарға жоғары қарай айдау үшін артық энергияны пайдаланады, содан кейін сұраныс артқан кезде электр энергиясын өндіру үшін оны турбиналар арқылы төмен түсіреді. Бұл әдіс өте үнемді шешім болып табылады және оны ұзақ мерзімді энергияны сақтау үшін пайдалануға болады.

Энергияны сығылған ауада сақтау, бұл әдісте артық энергия ауаны қысу үшін пайдаланылады, содан кейін ол қараусыз қалған шахтада немесе жер асты үңгірінде жер астында сақталады. Энергия қажет болған кезде сығылған ауа шығарылады және турбинаның көмегімен электр энергиясын өндіруге жұмсалады.

Жылу энергиясының жинақталуы, сақтаудың бұл түрі балқытылған тұз сияқты ортада жылудың жиналуын қамтиды, оны кейіннен термодинамикалық процесс арқылы электр энергиясын өндіру үшін пайдалануға болады.

Күкірт-натрий батареялары-жоғары температуралы күкірт-натрий батареялары энергияны сақтау үшін де қолданылады және ұзақ уақыт бойы үлкен көлемдегі энергияны сақтауға қабілетті. Олар көбінесе күн және жел энергиясы сияқты жаңартылатын энергия көздерімен бірге қолданылады.

Бұл энергияны сақтау жүйелерінің барлығында әртүрлі нақты механизмдер, техникалық бөлшектер мен параметрлер бар, бірақ олардың мақсаты – электр қуатына сұраныстың өзгеруіне тез жауап беруге және үзілістер кезінде резервтік қуат көзін қамтамасыз етуге мүмкіндік беретін жүйенің буферін қамтамасыз ету. Бұл айналмалы резервтерге деген қажеттілікті азайту және үзілістер кезінде резервтік қуат көзін қамтамасыз ету арқылы электр желісінің тұрақтылығын арттыруға көмектеседі.

Соңғы жылдардағы зерттеу бағыттарының бірі-энергияны сақтау жүйелері үшін жақсы басқару алгоритмдерін жасау. Бұл зерттеулердің мақсаты әртүрлі жұмыс сценарийлерінің шығындары мен артықшылықтарын ескере отырып, энергияны сақтау жүйелерінің жұмысын оңтайландыратын алгоритмдерді әзірлеу болып табылады. Мысалы, кейбір зерттеулер жүйенің тұрақтылығын сақтай отырып, шығындарды азайту үшін энергияны сақтау және сақтау жүйесінен шығару үшін энергияның оңтайлы мөлшерін анықтай алатын алгоритмдерді әзірлеуге бағытталған.

Зерттеудің тағы бір саласы – сутегі сияқты баламалы энергияны сақтау технологияларын қолданатын немесе литий-ионды батареялар сияқты қолданыстағы технологиялардың энергия тығыздығын жақсарту үшін энергияны сақтау жүйелерін дамыту. Зерттеушілер кремний, литий күкірті немесе литий ауасы сияқты материалдарды пайдалану арқылы батареялардың энергия тығыздығын арттыру және оларды тұрақты ету жолдарын іздейді.

Сондай-ақ, энергияны сақтау жүйелерін энергия жүйесімен біріктіру бойынша көптеген зерттеулер жүргізілді. Бұл зерттеулердің мақсаты жүйенің жалпы тұрақтылығын арттыру үшін көптеген шағын таратылған энергия сақтау жүйелерін үйлестіре алатын басқару жүйелерін әзірлеу болып табылады. Бұл зерттеу энергияны сақтау жүйелерінің жұмысын оңтайландыру және электр энергетикасы жүйесінің жалпы тиімділігін арттыру үшін пайдаланылуы мүмкін байланыс протоколдары мен басқару жүйелерін әзірлеуге бағытталған.

Энергияны сақтау құрылғыларын әзірлеуге қатысты көптеген басқа зерттеу тақырыптары бар, мысалы, әртүрлі жұмыс жағдайында энергияны сақтау жүйелерінің әртүрлі түрлерінің өнімділігін зерттеу, энергияны сақтау жүйелерінің жалпы энергия жүйесінің тұрақтылығы мен сенімділігіне әсерін зерттеу және әртүрлі энергия сақтау жүйелерінің экономикалық артықшылықтарын бағалау.

Жалпы, қазіргі уақытта электр энергетикасы жүйесінің тұрақтылығын арттыру үшін энергияны сақтау жүйелерін әзірлеуге бағытталған зерттеулер көлемі артып келеді. Зерттеушілер жақсырақ басқару алгоритмдерін әзірлеуге, Энергияны сақтаудың балама технологияларын зерттеуге және энергия сақтау жүйелерін энергия жүйесіне біріктіру жолдарын табуға бағытталған. Бұл зерттеулердің мақсаты энергияны сақтаудың тиімдірек, үнемді және экологиялық таза жүйелерін әзірлеу және электр энергетикасы жүйесінің жалпы тұрақтылығы мен сенімділігін арттыру болып табылады.

Батареялар мен суперконденсаторлар сияқты дискілерді әзірлеу соңғы жылдары электр жүйесінің тұрақтылығын арттыруға бағытталған маңызды зерттеулердің тақырыбы болды. Дискілерді пайдалану күн мен жел энергиясы сияқты жаңартылатын энергия өндірісін тегістеуге мүмкіндік береді, ол өзгермелі және болжау мүмкін емес.

Осы саладағы негізгі зерттеу бағыттарының бірі-литий-ионды батареялар сияқты озық аккумуляторлық технологияларды әзірлеу. Бұл батареялардың жоғары энергия тығыздығы және ұзақ қызмет ету мерзімі бар, бұл оларды электр көліктерінде және электр энергиясын сақтау жүйелерінде қолдануға ыңғайлы етеді. Зерттеушілер сонымен қатар литий-ионды батареялардың беріктігі мен қауіпсіздігін жақсарту және олардың құнын төмендету үшін жұмыс істейді.

Зерттеудің тағы бір маңызды бағыты-батареяларға қарағанда энергия тығыздығы жоғары және тез зарядталатын және заряды таусылатын суперконденсаторларды жасау. Бұл құрылғылар жаңартылатын энергия өндірісіндегі тербелістерді тегістеу сияқты электр желілерінде пайдалану үшін энергияны қысқа мерзімді сақтауды қамтамасыз ету әдісі ретінде ұсынылды.

Энергияны сақтаудың басқа да жаңа технологиялары бар, мысалы, сығылған ауада энергияны сақтау, маховиктерде энергияны сақтау және жылу энергиясын сақтаудың басқа әдістері, олардың тиімділігін, рентабельділігін және ауқымдылығын арттыру мақсатында зерттелген.

Нәтижелер және талқылау Тұтастай алғанда, энергияны сақтау құрылғыларын әзірлеу саласындағы зерттеулер озық технологияларды пайдалану арқылы электр энергетикасы жүйесінің сенімділігі мен тұрақтылығын арттыруға бағытталған. Бұл энергия мен қуаттың тығыздығы жоғары, қызмет ету мерзімі ұзағырақ, қауіпсіздігі мен тиімділігі жоғары құрылғыларды әзірлеуді қамтиды.

Электр энергиясын сақтау технологиясының осы екі түрінен басқа, суперконденсаторларды балама нұсқа ретінде пайдалануға қызығушылық артып келеді. Суперконденсаторлар стандартты конденсаторларға ұқсас, бірақ құрамында металл пластиналардан гөрі графен электродтары бар; осының арқасында олар дәстүрлі конденсаторларға қарағанда едәуір көп энергияны сақтай алады және уақыт өте келе тиімділігін жоғалтпай тез зарядсызданады. Суперконденсатор технологиясы жоғарыда аталған басқа түрлермен салыстырғанда әлі де салыстырмалы түрде жаңа болса да, ол өндіріс процестеріне байланысты төмен шығындармен біріктірілген өнімділіктің ықтимал жоғары деңгейіне байланысты перспективалы.

Электр желісінің тұрақтандырғыштары-бұл электр желісінің тұрақтылығын арттыру үшін қолданылатын құрылғылар. Олар электр жүйесіндегі өзгерістерді анықтау арқылы жұмыс істейді, содан кейін жүйені тұрақтандыру үшін жүйедегі генераторларға түзету сигналдарын береді. Олар әдетте жүйені үнемі бақылайтын және тұрақтылықты сақтау үшін генератордың қозуын немесе негізгі қозғалтқыштың қуатын реттейтін басқару алгоритмін пайдаланады. Кейбір тұрақтандырғыштар түзету сигналдарының берілу уақытын анықтау үшін жүйенің жиілігін немесе электр қуатын өлшеуді қолданады. Басқа тұрақтандырғыштар түзету сигналдарының берілу уақытын анықтау үшін генератордың роторының айналу бұрышын немесе электр қуатын өлшеуді қолданады.

Қуат жүйесінің тұрақтылығын арттыру үшін пайдалануға болатын батареяның мысалы синхронды конденсатор болып табылады. Синхронды конденсатор-бұл электр желісіндегі нақты және реактивті қуатты қамтамасыз



ете алатын және жүйенің тербелістерін демпферлеуге мүмкіндік беретін жүйені тұрақтандыруға көмектесетін құрылғы түрі.

Тағы бір мысал-электр желісіндегі реактивті қуатты қамтамасыз ету үшін қолданылатын статикалық вариациялық компенсатор. Оны жүйеге берілетін реактивті қуат мөлшерін жылдам және дәл бақылау үшін пайдалануға болады, бұл жүйенің тұрақтылығын жақсартуға көмектеседі.

Бұл құрылғылардың барлығы электр желісінің тербелістерін бәсеңдету және жүйенің жиілігін тұрақтандыру арқылы электр желісінің тұрақтылығын арттыруға көмектеседі.

Қорытынды Тұтастай алғанда, энергия жүйелері үшін энергияны сақтау аймағы тез дамып келеді және электр жүйесінің тұрақтылығы мен сенімділігін арттыру үшін үлкен әлеуетке ие, әсіресе жаңартылатын энергия көздерімен үйлескенде. Алайда, осы әлеуетті толық іске асыру және энергияны сақтау жүйелерімен байланысты техникалық және экономикалық қиындықтарды жеңу үшін қосымша зерттеулер қажет.

## ПАЙДАЛАНҒАН ДЕРЕКТЕР ТІЗІМІ

1 Технологии хранения электрической энергии [Текст]. – [Электрондық ресурс] – <https://esfcompany.com/articles/tekhnologii/tekhnologii-khraneniya-elektricheskoy-energii/>

2 Накопители энергии для эффективной работы энергосистемы [Текст]. [Electronic resourc] – <https://www.elec.ru/publications/peredacha-raspredelenie-i-nakoplenie-elektoenergi/5399>

3 Системы аккумулирования электрической энергии [Текст]. [Электрондық ресурс] – <http://nacep.ru/novosti-energetiki/alternativnaya-energetika/sistemy-akkumulirovaniya-elektricheskoy-energii.html>

4 Electrical Energy Storage [Текст]. [Электрондық ресурс] – [https://storage-iecwebsite-prd-iec-ch.s3.eu-west-1.amazonaws.com/2019-09/content/media/files/iec\\_wp-electrical\\_energy\\_storage-en.pdf](https://storage-iecwebsite-prd-iec-ch.s3.eu-west-1.amazonaws.com/2019-09/content/media/files/iec_wp-electrical_energy_storage-en.pdf)

5 Electricity storage technologies [Текст]. [Электрондық ресурс] – <https://esfcompany.com/en/articles/technology/electricity-storage-technologies>

6 Накопители электрической энергии для систем генерирования электрической энергии [Текст]. [Электрондық ресурс] – <https://cyberleninka.ru/article/n/nakopiteli-elektricheskoy-energii-dlya-sistem-generirovaniya-elektricheskoy-energii-analiticheskij-obzor?ysclid=lniiuc2gn244702171>

7 Альтернативные хранилища энергии [Текст]. – <https://konstantin-morenko-2.gitbook.io/electrical-technologies-and-batteries/khranenie-energii/battery-types/alternatives>

8 Renewable energy Alternative Energy Sources Today [Текст]. [Электрондық ресурс] – <https://www.alternative-energies.net/alternativeenergysources/>

9 Electricity Energy Storage Technology Options. A White Paper Primer on Applications, Costs and Benefits [Текст]. – // EPRI, Palo Alto, CA: December 2010. 1020676. — P. 170. 4. E y e r, J. Energy Storage for the Electricity Grid: Benefits and Market Potential Assessment Guide.

10 Электронный ресурс. The Strategic Energy Technology Plan. European Commission, 2017. [Текст]. – <https://ec.europa.eu/energy/en/topics/technology-andinnovation/strategic-energy-technology-plan>

## REFERENCES

1 Tekhnologii hraneniya elektricheskoy energii [Electric energy storage technologies] [Text]. – [Electronic resourc] – <https://esfccompany.com/articles/tekhnologii/tekhnologii-khraneniya-elektricheskoy-energii/>

2 Nakopiteli energii dlya effektivnoy raboty energosistemy [Energy storage for efficient operation of the power system] [Text]. – [Electronic resourc] – <https://www.elec.ru/publications/peredacha-raspredelenie-i-nakoplenie-elektoenergii/5399/>

3 Sistemy akkumulirovaniya elektricheskoy energii [Electric energy storage systems] [Text]. – [Electronic resourc] – <http://nacep.ru/novosti-energetiki/alternativnaya-energetika/sistemy-akkumulirovaniya-elektricheskoy-energii.html>

4 Electrical Energy Storage [Text]. – [Electronic resourc] – [https://storage-iecwebsite-prd-iec-ch.s3.eu-west-1.amazonaws.com/2019-09/content/media/files/iec\\_wp-electrical\\_energy\\_storage-en.pdf](https://storage-iecwebsite-prd-iec-ch.s3.eu-west-1.amazonaws.com/2019-09/content/media/files/iec_wp-electrical_energy_storage-en.pdf)

5 Electricity storage technologies [Text]. – [Electronic resourc] – <https://esfccompany.com/en/articles/technology/electricity-storage-technologies/>

6 Nakopiteli elektricheskoy energii dlya sistem generirovaniya elektricheskoy energii [Electric energy storage devices for electric energy generation systems] [Text]. – [Electronic resourc] – <https://cyberleninka.ru/article/n/nakopiteli-elektricheskoy-energii-dlya-sistem-generirovaniya-elektricheskoy-energii-analiticheskii-obzor?ysclid=lniiuc2gn244702171>

7 Al'ternativnye hranilishcha energii [Alternative energy storage] [Text]. – <https://konstantin-moreno-2.gitbook.io/electrical-technologies-and-batteries/khranenie-energii/battery-types/alternatives>

8 Renewable energy Alternative Energy Sources Today [Text]. [Electronic resourc] – <https://www.alternative-energies.net/alternativeenergysources/>

9 Electricity Energy Storage Technology Options. A White Paper Primer on Applications, Costs and Benefits [Text]. – // EPRI, Palo Alto, CA: December 2010. 1020676. – P. 170. 4. E y e r, J. Energy Storage for the Electricity Grid: Benefits and Market Potential Assessment Guide.

10 The Strategic Energy Technology Plan. European Commission, 2017. [Text]. – [Electronic resourc] – <https://ec.europa.eu/energy/en/topics/technology-and-innovation/strategic-energy-technology-plan>

Басып шығаруға 28.11.23 қабылданды.

*А. К. Ашимова<sup>1</sup>, А. А. Бектасова<sup>2</sup>, К. Б. Шакенов<sup>3</sup>, Е. А. Сарсенбаев<sup>4</sup>*

<sup>1,2,3,4</sup>Satbayev University, Республика Казахстан, г. Алматы

Принято к изданию 28.11.23.

## СИСТЕМЫ НАКОПЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ

*В этой статье рассматривается развитие накопителей, которые становятся все более актуальными в электроэнергетической системе из-за растущей интеграции возобновляемых источников энергии, таких как ветер и солнце. Возобновляемые источники энергии известны своей изменчивой и непредсказуемой природой, что может создать проблемы для поддержания стабильности электрической системы. Устройства хранения, такие как батареи, могут помочь решить эти проблемы, предоставляя средства хранения избыточной энергии, производимой из возобновляемых источников, для использования в периоды низкого производства.*

*Один из способов повысить устойчивость электрической системы накопительных устройств – обеспечить буфер против колебаний производства возобновляемой энергии. Например, когда солнечная энергия генерируется высоко, избыточная энергия может храниться в батареях для последующего использования и не тратиться впустую. Это помогает обеспечить стабильные поставки энергии в сеть даже при низком уровне производства возобновляемой энергии. Кроме того, сбережения можно использовать для предоставления вспомогательных услуг, таких как регулировка частоты, которая помогает стабилизировать сеть, уравнивая спрос и предложение в режиме реального времени. Одним из направлений исследований последних лет является разработка лучших алгоритмов управления для систем хранения энергии. Целью этих исследований является разработка алгоритмов, оптимизирующих работу систем хранения энергии с учетом затрат и преимуществ различных сценариев работы.*

*Ключевые слова: возобновляемая энергия, устройства хранения, системы хранения энергии, солнечная энергия, сетевая инфраструктура*

Ashimova A.<sup>1</sup>, Bektassova<sup>2</sup> A., Shakenov K.<sup>3</sup>, Sarsenbayev Y.<sup>4</sup>

<sup>1,2,3,4</sup>Satbayev University, Republic of Kazakhstan, Almaty

Accepted for publication on 28.11.23.

## ELECTRICITY STORAGE SYSTEMS

*This article examines the development of storage devices that are becoming increasingly relevant in the electric power system due to the confirmatory integration of renewable energy sources such as wind and solar. Renewable energy sources are known for their volatile and unacceptable nature, which can create problems for maintaining the stability of the electrical system. Such as batteries can help solve these problems by providing means to save energy produced from renewable sources for use during a period of low production.*

*One of the options to increase the stability of the electrical system of storage devices is to secure the buffer against interruptions in the production of renewable energy. For example, when solar energy is generated high, the beaten energy can run in batteries for later use and not be wasted. This will help to ensure a stable position of energy in the Grid even with a low level of renewable energy production. In addition, Sberbank can use it to provide additional services, such as the regulation of the part that helps to stabilize the network, establishing distribution and supply in real time. One of the areas of research in recent years is the development of the best control algorithms for the energy system. The purpose of these studies is to develop algorithms that optimize the operation of the energy storage system, taking into account the costs and the creation of various work scenarios.*

*Keywords: renewable energy, energy device, energy systems, solar energy, network infrastructure.*

Теруге 28.11.2023 ж. жіберілді. Басуға 29.12.2023 ж. кол қойылды.

Электронды баспа

29.9 Мб RAM

Шартты баспа табағы 22,2. Таралымы 300 дана. Бағасы келісім бойынша.

Компьютерде беттеген: А. К. Мыржикова

Корректор: А. Р. Омарова, Д. А. Кожас

Тапсырыс №4175

Сдано в набор 28.11.2023 г. Подписано в печать 29.12.2023 г.

Электронное издание

29.9 Мб RAM

Усл. печ. л. 22,2. Тираж 300 экз. Цена договорная.

Компьютерная верстка: А. К. Мыржикова

Корректор: А. Р. Омарова, Д. А. Кожас

Заказ № 4175

«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](mailto:kereku@tou.edu.kz)

[www.vestnik-energy.tou.edu.kz](http://www.vestnik-energy.tou.edu.kz)