

Г.Б.Толегенова^{*1}, В.А.Жмудь², А.Б.Закирова¹, М.Н.Калимолдаев¹

¹Астана халықаралық университеті, Нұр-Сұлтан, Қазақстан

²Новосибирск мемлекеттік техникалық университеті, Новосибирск, Ресей

*Байланыс үшін автор: gulnaz.tg85@gmail.com

Ақылды желілер технологиясы. Электр желілерінің дамуы

Аңдатпа. Технологияның дамуымен қатар электр энергиясына деген қажеттілік те күрт артуда, яғни электр энергиясын өндіру ғана емес, оны тарату да үлкен мәселеге айналууда. Осылайша, сенімділікке, тиімділікке, қауіпсіздікке, сондай-ақ қоршаған ортаға және энергетикалық тұрақтылыққа деген сұраныстың артуы электр желілерін күрделендіріп жатыр. Олар бүгінде «Ақылды желілер» тұжырымдамасы ретінде белгілі интеллектуалды энергия жүйесін қамтамасыз етеді. Бұл мақалада «Ақылды желілерге» олардың ерекшеліктері мен электр энергиясын тарату саласындағы әртүрлі аспектілері туралы шолу жасалды. Интеллектуалды электр желілері және олардың дамуы қарастырылды. Сонымен қатар, бұл мақала интеллектуалды электр желілерін талдау, оларды тұтынушылардың күнделікті өміріне енгізудің артықшылықтарына арналған. Әлемнің көптеген елдерінде «Ақылды желілердің» даму кезеңдері, сондай-ақ энергия тиімділігі мен ақылды электр желілерінің жұмыс істеуін арттыруға бағытталған кейбір шетелдік жобалар қарастырылды.

Түйін сөздер: Ақылды желі, автоматтандыру, энергияны басқару, тарату, заттар интернеті, үлкен деректер.

DOI: doi.org/10.32523/2616-7263-2021-137-4-29-38

Кіріспе

Урбанизация, өмір сүру деңгейіміз және технологиялардың дамуы энергияға деген қажеттілікті арттыруда. Бұл электр энергиясын тұтынудың бақылаусыз қалған жағдайда басқаруға болмайтын деңгейге дейін өсуіне әкелді. Бұл тұрақты энергияны қамтамасыз ету үшін ғана емес, бүкіл әлемде қоршаған ортаны сақтау үшін де алаңдатарлық жағдай. Жалпы энергия тұтынудың шамамен 75-80% қалаларда тұтынылады, яғни парниктік газдар шығарындыларының 80% құрайды [1]. Дәстүрлі орталықтандырылған электр қуатын тарату жүйесі ұзақ уақыттан бері пайдаланылады және электр желісі деп аталады. Электр энергиясын пайдаланудан бастап, жаһандық электр желілері технологияның дамуымен бірдей құрылымға, динамикаға және принциптерге ие. Сонымен дәстүрлі электр желілері электр энергиясын өндіру, тарату және бақылау сияқты кейбір негізгі функцияларға ғана бағытталған. Дәстүрлі электр жүйелерінде нақты уақыттағы бақылау мен мониторинг жоқ, бұл «Ақылды желілердің» нақты уақыттағы шешімі ретінде әрекет етуіне мүмкіндік береді. Осы мәселелерді шешу электр қуатымен жабдықтау құрылымын толығымен қайта құруды қажет етті. Электрлік артықшылықтар «Ақылды желілер» тұжырымдамасын іске асыруды ынталандырып қана қоймай, сонымен қатар экологиялық аспектілер болып табылады. Электр энергиясын тиімді пайдалану және жаңартылатын ресурстарға тәуелділік энергетикалық ресурстарды үнемдеуге мүмкіндік береді.

«Ақылды желі» технологиясы электр энергиясын жоғары деңгейде өндіруге арналған шешімді және осы энергияны беру мен таратудың тиімді әдісін ұсынады. Олардың әмбебаптығының арқасында оларды орнату оңай және дәстүрлі торлармен салыстырғанда аз орын алады. «Ақылды желі» жобасының тұжырымдамасы желінің бақылануын қамтамасыз етуге, активтердің басқарылуын құруға, энергия жүйесінің өнімділігі мен қауіпсіздігін, әсіресе пайдалану, техникалық қызмет көрсету және жоспарлаудың экономикалық аспектілерін арттыруға бағытталған[2]. Сондықтан интеллектуалды желілік технологияны үлкен «Ақылды желісін» құру үшін барлық басқа микро желілерге қосылатын микро желілер деңгейінде

қолдануға болады деп саналады. Бұл «Ақылды желілер» үлкен әлеуетке ие және инфрақұрылымы жоқ дамушы елдерде электр энергиясын беру мен таратудың сенімділігін қамтамасыз ететін шешім бола алады. Елімізде көмірқышқыл газының тек 20% - ы көлік арқылы шығарылады, ал электр энергиясын өндіру көмірқышқыл газының 40% құрайды[3]. Бұл электр энергиясына деген сұраныстың өсуіне байланысты. Ақылды желілер электр энергиясын тиімді бөлу және, сайып келгенде, NOx және SOx сияқты парниктік газдар мен ластаушы заттардың шығарылуын азайту арқылы бұл мәселені шешуде маңызды рөл атқарады деп саналады. Сондай ақ, қазіргі тұрғынжайлардың көпшілігі қазандық немесе жылу электр орталығы негізінде орталықтандырылған жылумен жылытылатын көппәтерлі үйлерден тұрады. Қазіргі инфрақұрылымның орталықтандырылған жылу беру тораптарының тиімділігі төмен және жылу шығыны көп. Орта есеппен алғанда, Қазақстандағы тұрғын үйлер Солтүстік Еуропамен салыстырғанда алаңның бір бірлігіне шаққанда үш есе көп энергия тұтынады. Жылу шығынының жоғары деңгейі негізінен жабдықтардың тозуына, қажетті жөндеудің болмауына байланысты.1

«Ақылды желі» зерттеуінің алғашқы тұжырымдамасы 1997 жылы басталды және оның ұзақ тарихы бар[4]. Бұл мақалада «Ақылды желілер» технологиясына шолу, оның ішінде сенімділік, қауіпсіздік, энергияны басқару және өздік қалпына келу сияқты сипаттамалары мен мүмкіндіктері қарастырылады. Сондай-ақ, интеллектуалды желілердің желілік технологиялар тұжырымдамасын қалай өзгертетінін және қазіргі заманғы электр желілерінің мүмкіндіктері қаншалықты түбегейлі өзгерісі талқыланды.

Бұл жұмыстың мақсаты «Ақылды желі» тұжырымдамасының негізгі даму тенденцияларын талдау және зерттеу, сондай-ақ әртүрлі салалардағы негізгі мүдделі тараптардың мақсаттары мен қажеттіліктеріне негізделген Industry 4.0 шеңберінде осы тұжырымдаманы іске асыру әлеуеті болып табылады.

«Ақылды желі» тұжырымдамасы

Энергетикадағы ақпараттық жүйелердің дамуына әсер ететін негізгі үрдістердің бірі «Ақылды желі» тұжырымдамасы болып табылады.

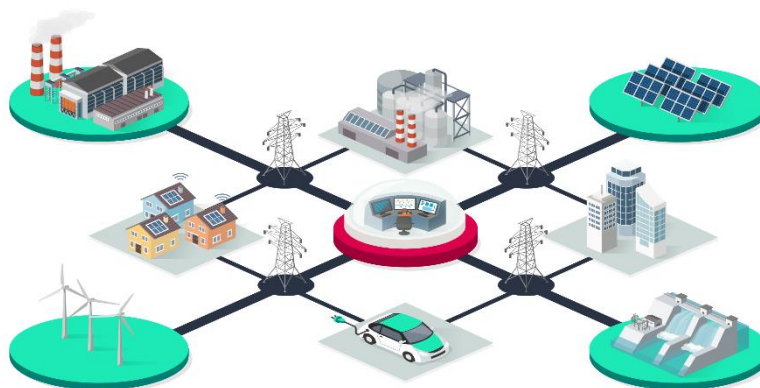
«Ақылды желі» түсінігінің нақты анықтамасы жоқ, өйткені ешкім оның қандай болатынын және қызмет көрсету саласында қалай жұмыс істейтінін нақты айта алмайды. Бұл тұжырымдама электр желілерін тарату жүйесінің іске қосылуымен дами бастады. Ол кезде бақылау, мониторинг, бағалар және электр энергиясын беру мен тарату қызметтері сияқты басқа да талаптар қажет болды. Дегенімен «Ақылды желі» тұжырымдамасын енгізу ақылды есептегішті орнатумен байланысты. 1970-80 жылдары олар тұтынушы туралы ақпаратты желіге қайта жіберу үшін пайдаланылды [5]. Бірақ ең маңызды және іргелі қажеттілік, тіпті соңғы жетістіктерді ескере отырып, электр желісі арқылы энергияны беру мен таратудың сенімділігі мен тиімділігі болып табылады. Бірақ соңғы зерттеулер көрсеткендей, желілер мен желілік жүйелер тек беру мен таратумен шектелмеуі керек, сонымен қатар, парниктік газдар шығарындылары мен көміртегі ізін азайту үшін таза және тұрақты энергия өндіруде маңызды рөл атқаруы керек.

«Ақылды желі» - бұл электр энергиясын өндіру, беру, тарату және тұтыну технологияларымен біріктірілген ақпараттық-коммуникациялық қосымшалар жүйесі. Бұл тұтынушыларға олардың қолданылуын басқаруға және тиімді ұсыныстардың бірін үнемді таңдауға мүмкіндік береді; жеткізу жүйесінің сенімділігі мен тұрақтылығын сақтау үшін автоматика мен балама ресурстарды пайдалану; жаңартылатын энергия көздеріне, сақтау мен өндіруге ыңғайлы баламаларды қолдану. SG тұжырымдамалық моделі 1-суретте көрсетілген.

Бүгінгі таңда Қазақстан Республикасының экономикасын дамытудың маңызды бағыттарының бірі энергия ресурстарын тұтынуды азайту болып табылады. Бұл көбінесе энергия ресурстарын тұтыну салдарынан қоршаған ортаға әсерді азайту қажеттілігімен және шығарындыларды тұтынумен байланысты.

Энергетика саласындағы маңызды міндеттердің бірі тиімділікті арттыру және энергия тұтынуды төмендету болып табылады.

Дәстүрлі желілер тек электр энергиясын беру және тарату үшін пайдаланылды, ал интеллектуалды желінің қазіргі заманғы тұжырымдамасы жағдайға байланысты шешім қабылдап, сақтай және тарата алады. Демек, Еуропадағы болашақтың электр желілерін стратегиялық орналастыру туралы құжатқа сәйкес, «Ақылды желі» - бұл барлық мүдделі тараптардың, мысалы, өндірушілер, тұтынушылар және екеуін де тиімділігі мен тұрақтылығымен қамтамасыз ету үшін жасайтын әрекеттерін біріктіретін, үнемді және қауіпсіз интеллектуалды электр желісі [6].



Сурет 1. «Ақылды желі» тұжырымдамасы

Электротехника және электроника инженерлері институтының (IEEE – the Institute of Electrical and Electronics Engineers) анықтамасы бойынша «Ақылды желі» – бұл энергия үнемдейтін және көздері мен тұтынушыларын жинақтайтын қосалқы станциялар арасындағы екі жақты коммутация көмегімен келісілген басқару есебінен үнемді жұмыс істейтін желілер.

«Ақылды желі» технологиясының артықшылықтары 1-кестеде келтірілген.

Кесте 1

Дәстүрлі және «Ақылды желілерді» салыстыру [7]

Ақылды желі	Дәстүрлі желі
Нақты уақыттағы екі жақты байланыс	Бір жақты байланыс
Электр энергиясын өндірудің бөлінген жүйесі	Электр энергиясын өндіру үшін орталықтандырылған
Өзара байланысты желі	Радиальді желі
Іске қосылған датчиктердің саны көп	Аз мөлшерде негізгі датчиктер қолданылады
Сандық операция	Механикалық операция
Автоматты басқару және мониторинг	Қолмен басқару және мониторинг
Басқарудың кең ауқымы	Шектеулі бақылау
Қауіпсіздік және құпиялылық мәселелері	Қауіпсіздік немесе құпиялылық мәселелері жоқ

«Ақылды желілердің» негізгі сипаттамалары төменде көрсетілген:

Желінің элементтері мен қатысушылары арасындағы ақпарат алмасудың нақты уақыт режиміндегі өзара әрекеттесудің екі бағытты схемасы: генераторлардан электр тұтынушыларының құрылғыларына дейін.

Энергия тұтынушылардан, электр тарату желілерінен және соңғы тұтынушылардан электр энергетикасы жүйесінің барлық технологиялық тізбегін қамту.

«Ақылды желілерді» ірі апаттардан, табиғи апаттардан, сыртқы қауіптерден қорғау және өзін-өзі реттеу.

Электр энергетикасы жүйесінің инфрақұрылымын оңтайлы пайдалануға жәрдемдесу.

Жалпы экономика тұрғысынан-жаңа нарықтар мен «Ақылды желі» қызметтерінің пайда болуы.

Заманауи технологиялардың арқасында ғимараттар, кәсіпорындар ауқымында да, үйдегі қарапайым электр құрылғыларында да «Ақылды желілерді» қолдану.

Жаңа технологиялар мен зерттеулер

Қазіргі уақытта интеллектуалды желіні заманауи қажеттіліктерге сенімді және тұрақты ету үшін бірқатар ғылыми-зерттеу жұмыстары жүргізілуде. Бұл зерттеулер әртүрлі технологияларға бағытталған. Осы зерттеулер мен жетістіктердің барлығын қамту қиын, бірақ бұл бөлімде зияткерлік желілерге қатысты ең танымал және соңғы технологиялар мен ғылыми-зерттеу жұмыстары бар.

Энергоменеджмент жүйесі.

Энергетика саласындағы маңызды міндеттердің бірі тиімділікті арттыру және энергия тұтынуды азайту болып табылады. Тиімді энергия менеджменті шараларын енгізу энергия шығындарын қысқартуға, кез келген сала кәсіпорындарының бәсекеге қабілеттілігі мен кіріс деңгейін арттыруға ықпал етеді[8].

Сенімді желі үшін барлық компоненттердің энергияны генерациялаудан тұтынуға дейін бірге жұмыс істеуі маңызды. Электр торына көптеген күрделі компоненттер қатысады. Бұл компоненттер өзара әрекеттесіп, кейбір программалық жасақтамалармен бірге жұмыс атқарады. Осылайша, жоспарлау және оны желіде жүзеге асыру өзара әрекеттесу арқылы жүзеге асырылады. Энергия менеджментін түсіну және енгізу үшін электр желісі де, тұтынушы да рөл атқаруы керек. Жетілдірілген өлшеу инфрақұрылымы (AMI), электр желісіне арналған байланыс желісі және киберқауіпсіздік сияқты технологиялар энергияны басқару жүйесін интеллектуалды желі үшін неғұрлым нақты ететін электр жүйесінде тәуелсіз шешім қабылдауға мүмкіндік береді.

Заттар интернеті.

Заттар интернеті әртараптандырылған желілерді, сымсыз технологиялар мен құрылғыларды біріктіруді қамтамасыз етеді. Әртүрлі құрылғылар арасында бір-бірімен тиімді қарым-қатынас жасау үшін ақылды байланыс орнатуға мүмкіндік береді. Заттар интернеті интернетті эволюцияның келесі сатысына шығарды. Интеллектуалды электр желісі мен оның компоненттерінің дамуымен осы компоненттердің тиімді, сенімді және ақылды өзара әрекеттесуі үшін технология қажет болды. Заттар интернеті интеллектуалды желілерге жаңа дәуірде аша отырып, осы сипаттамалардың барлығын толығымен толтыруға мүмкіндік береді. Бірақ бұл жаңа технологиямен қауіпсіздіктің кейбір маңызды мәселелері пайда болды, олар басқа адамға беру, деректерді жалған жасау, бюст, авторизация, құпиялылық және кибершабуылдар[9]. Зерттеушілер бұл мәселелерді зерттеуде.

Электромобильдері бар ақылды желілер.

Ең маңызды экологиялық проблемалардың бірі- көлік құралдарының әсерінен ауаның ластануы. Электр машиналарын пайдалану арқылы бұл мәселені шешуге болады. Электр желісіне қосылуға байланысты шығындарды азайтудың нақты артықшылықтары белгілі бір жерде автомобильдер электр сапасы, зарядтау уақыты және көлік түрі сияқты көптеген

факторларға байланысты. 2020 жылы жүргізілген зерттеулер көрсеткендей, шығарындылар электр машиналары кәдімгі автомобильге қарағанда 30% - ға аз[10]. Электромобильдерде инфрақұрылым, байланыс және басқаруды қоса алғанда, желімен өзара әрекеттесуге байланысты бірнеше проблемалар бар. Негізінен, электромобильдер үйде зарядталады, кейде тіпті зарядтау қоғамдық немесе коммерциялық зарядтау станциясында болады.

Үлкен деректер.

Үлкен деректер-бұл көптеген көлемді және күрделі мәліметтер жиынтығын білдіретін термин, бұл қолданыстағы дәстүрлі дерекқорды басқару құралдары мен оларды өңдеуге арналған қосымшаларды қолдануға мүмкіндік бермейді. Мәселе жергілікті фрагменттерді емес, тұтас нысан сияқты жиынтықтарды жинау, тазарту, сақтау, іздеу, қол жеткізу, беру, талдау және визуализация болып табылады [11].

«Ақылды желілер» толығымен алынған мәліметтерге байланысты. Интеллектуалды желі сенімді және тиімді жұмыс істеуі үшін энергияны өндіру, беру, түрлендіру және пайдалану туралы көптеген мәліметтер жиналады. Түрлі датчиктерден, сымсыз байланыстан жиналған деректердің үлкен көлемі жинақталады. Жиналған барлық деректерді болжау үшін әртүрлі алгоритмдер қолданылады, сонымен қатар энергияны пайдалану құрылымын толық тануға көмектеседі. Сайып келгенде, бұл энергияны басқарудың интеллектуалды жүйесін құру үшін пайдалы болады. Энергетикалық үлкен деректер санауыштардан жиналған деректерді ғана емес, сонымен қатар ауа-райы мен қоршаған ортаға қатысты көптеген мәліметтерді қамтиды.

Әлем бойынша интеллектуалды желілердің дамуы

Әлемнің әр түрлі елдері ақылды желілер дәуірінде алға қадам басып, оның шындығын қабылдады. Олардың көпшілігі интеллектуалды желінің пилоттық жобасында жұмыс істейді немесе толық ауқымды даму мен өзгерісті жасамас бұрын оның орындалуын тексеру үшін тестілеу мен зерттеу үшін осы тұжырымдаманы басшылыққа алады. Электр энергетикасын зияткерлендіру неғұрлым дамыған және жылдам дамушы экономикалардың инновациялық даму күн тәртібіне нық енді. АҚШ, Жапония, Батыс Еуропа елдері, Қытай және Үндістан «Ақылды» технологиялардың таралымын қолдау бағдарламаларын ұсынды. Технологияларға белсенді қызығушылықты Қазақстанды қоса алғанда, бірқатар басқа мемлекеттер де көрсетті.

Америка Құрама Штаттары

АҚШ 20 ғасырдың басынан бастап интеллектуалды желілерді дамытудың болашақ аймағы болып көрінеді. Федералды Саясат 2007 жылғы энергетикалық тәуелсіздік және қауіпсіздік туралы заң ретінде құрылды, ол 2008 жылдан бастап бес жыл ішінде зияткерлік желілерді дамыту және кеңейту үшін жылына 100 миллион доллар қаржыландыруды белгілейді. 2007 жылғы осы Заңға сәйкес ұлттық стандарттар және технологиялар институты желіні дамыту мен жаңғыртуға жауап береді және оның артықшылықтарына қол жеткізу үшін комиссия құрады. Сондай-ақ, ол ақылды желілердің дамуын қолдау стандарттарын қалыптастырады. 2009 жылы жаңа заң - Американы қалпына келтіру және қайта инвестициялау туралы 2009 жылғы Заң құрылды, оған сәйкес зияткерлік желінің пилоттық жобасына 11 миллиард доллар инвестицияланды. Бұл заңнаманы қабылдаудың және АҚШ үкіметінің бес түрлі штаттағы ақылды желілер мен онымен байланысты жиырма екі коммуналдық кәсіпорындардың жобаларын көрсетуге деген шешімінің нәтижесі болды. Хьюстонның интеллектуалды желісі Клиенттің веб-порталы және автоматты хабарландыру мүмкіндіктері бар толық өлшеу жүйесін жасады. Smart Texas сонымен қатар тарату желілерін автоматтандыру үшін көптеген ақылды есептегіштерді қолданады[12].

Қытай

Қытай үкіметі әр түрлі дамуды сақтау, ынталандыру, қоршаған ортаны қорғау және ішкі ресурстарға сүйену саясатына көбірек көңіл бөледі. Сондықтан «Ақылды желіні» дамыту қытай саясатының бастамаларының бірі болып табылады, оның құрамына жаңартылатын энергия

құрылымын арттыру, энергия тиімділігін арттыру және көміртегі шығарындыларын азайту кіреді. National Development and Reform Commission (NDRC) Қытай агенттігіне бес жылдық жоспардағы бастамалардың бірі ретінде интеллектуалды желілер технологияларын зерттеу және дамыту тапсырылды.

2011 жылы Қытай бес жылдық Ғаламдық мониторинг жүйесін құруды және 300 МВт-тан асатын барлық генераторлар мен 500 кВ-тан асатын қосалқы станцияларда векторлық өлшеу блоктарын енгізуді жоспарлады[13].

Европа

2005 жылдың басында Еуропалық Одақ интеллектуалды желілер технологиясын дамыту үшін Еуропалық технологиялық платформаны (ETP) құрды. Оның мақсаты Еуропалық электр желілерін 2020 жылға дейін дамыту туралы көзқарасты алға жылжыту болды. Португалия пилоттық жобада нақты уақыт режимінде зияткерлік желіні басқару және бақылау жүйесін енгізуді жүзеге асырды. Италия ақылды желілерді зерттеу мен дамытуда маңызды рөл атқарады. Зияткерлік тарату желісін таңдау, бағалау, реттеу және жабдықтауға байланысты әртүрлі пилоттық жобалар әзірленуде. Генуя университеті бірнеше буынды микро желінің оңтайлы жұмысын математикалық модельдеу бойынша жұмыс істейді, бұл ауқымды өлшеулерді алға жылжыту жолындағы қадам болып табылады[14].

Үндістан

Үндістан желінің сенімділігі мен өнімділігін арттыру және экономикалық, техникалық және әлеуметтік дамуды қолдау мақсатында «Ақылды желі ұлттық миссиясы», «Үндістан үшін «Ақылды желі» көру және жол картасы», «Неру Ұлттық күн миссиясы» және т.б. сияқты түрлі бастамаларды дамытуда. Соңғы онжылдықта өкілдер саны жылына 25% - ға өсті. Үндістанның POWER GRID корпорациясы Пудучерриде «Ақылды желі» пилоттық жобасын әзірлеу туралы бастама көтерді[15]. Бұл жобаның мақсаты-Тарифтердің дамуы үшін технологияның тиімділігін, саясаттың тиімділігін және нормативтік-құқықтық базаны көрсету, әртүрлі технологияларды стандарттауға және өзара әрекеттесуге үлес қосу, желіні өлшеу, жаңа құрылғылар арқылы зарядталатын электромобильдерді енгізу және т. б.

Қазақстан

Бүгінгі таңда Қазақстанда өндірілетін электр энергиясының басым бөлігі орталықтандырылған генерация объектілеріне тиесілі. Қазақстандағы электр станцияларының көпшілігі табиғи газбен, көмірмен немесе мұнай өнімдерімен жұмыс істейді. Қазақстан пайдалы қазбалардың әртүрлілігі мен саны бойынша әлемдік көшбасшылардың қатарына кіретінін ескере отырып, алдағы онжылдықтарда энергия ресурстарының тапшылығы туралы алаңдауға болмайды. Алайда, қазба шикізатының едәуір қорының болуына қарамастан, бұл ресурстардың шектеулі екенін және олардың сарқылуы тек уақыт мәселесі екенін ұмытпау керек. Бұдан басқа, Қазақстан аумағындағы генерациялайтын станциялардың басым бөлігі Кеңес дәуірінің мұрасы болып табылады, онда ерте ме, кеш пе істен шығатын ескірген және тозған жабдықтар пайдаланылады. Осыған байланысты жаңартылатын энергия көздерінің (ЖЭК) қуатын арттыру өте ақылға қонымды және көреген шешім болып табылады, әрине, Үкіметтің 2030 жылға қарай баламалы энергия көздерінің үлесін 30% - ға дейін ұлғайту жөніндегі өршіл жоспарлары, [16] біздің еліміздегі осы саланың қазіргі жай-күйін ескере отырып, үлкен және негізделген күмән туғызады. Климаттық және географиялық жағдайларды ескере отырып, біздің Республикамыз үшін ЖЭК-тің аса перспективалы бағыттары жел энергиясы, күн энергиясы, әсіресе оңтүстік және батыс өңірлерде, гидроэнергетика, биогаз энергиясы болып табылады.

Қазақстанда «Ақылды желіні» енгізумен «KEGOC» АҚ айналысады, оның жоспарында – белсенді-бейімделген желі құру, нәтижесінде ол елдің зияткерлік энергия жүйесінің өзегі болуы тиіс. Қазіргі уақытта ұлттық оператор Болашақ ақпараттық жүйенің жекелеген элементтерін - релелік қорғау және автоматика микропроцессорлық құрылғыларын, диспетчерлік және технологиялық басқару жүйелерін (SCADA), электр энергиясын коммерциялық есепке алудың автоматты жүйелерін (ЭКЕАЖ), басқарылатын 500 кВт шунттаушы реакторларды, сондай-ақ

фазалық бұрылатын трансформаторларды енгізуде[17].

Қорытынды

Интеллектуалды желілерді дамыту үшін көптеген зерттеулер жүргізілуде. Дегенмен, интеллектуалды желінің әртүрлі салаларында әр түрлі аспектілерді болашақ зерттеу үшін үлкен әлеует бар. Бұған болжау, энергия ағынын оңтайландыру, байланыс, микрожүйені біріктіру, сұраныс пен энергияны басқару жүйесі, үйлесімділік стандарттарына сәйкестік, масштабталу, экономикалық факторлар, деректерді шифрлау және ең бастысы генерацияны, беруді және таратуды автоматтандыру кіреді.

Технологиялар мен құрылғылардың дамуы энергияны үнемді және экологиялық таза түрде өзгерте алады. «Ақылды желі» тұжырымдамасының эволюциясы болашақ энергияны пайдалану қажеттіліктерін көміртегі шығарындыларын азайту және жаңартылатын энергия балансымен біріктіру арқылы жақсы қанағаттандыруға мүмкіндік береді. Бұл электр энергиясының сенімділігін, тиімділігі мен сапасын арттыру арқылы энергияны пайдалануға қатысты әдеттегі желі мен тұтынушылардың мінез-құлқындағы айтарлықтай өзгерістерге әкелуі мүмкін. «Ақылды желілерді» енгізуді жеңілдету үшін мемлекеттік саясат қажет. Бұл мақалада қарапайым желілерді жаңарту қажеттілігі және зерттеушілер тарату желілері үшін ақылды желілер тұжырымдамасын қалай жүзеге асыратындығы көрсетілген. Алайда, бұл тұжырымдаманы жақсарту және жүзеге асыру үшін үлкен әлеует бар, өйткені бұл қазіргі заманғы электр желісінің жаңа дәуірінің бастамасы ғана. Осы тұжырымдаманы толық жүзеге асыру үшін зияткерлік желілерді зерттеу қаншалықты қажет болатындығын болжау әлі де қиын, бірақ ақылды есептегіштер, сұранысты басқару жүйелері, өзін-өзі реттеу және үлкен деректер сияқты соңғы зерттеулер «Ақылды желілік» технологияны қолдау көзі болып табылады.

Әдебиеттер тізімі

1. Gharaibeh A., Salahuddin M.A., Hussini S.J., Khreishah A., Khalil I. Smart Cities: A Survey on Data Management, Security and Enabling Technologies // IEEE Communications Surveys & Tutorials. – 2017. – Vol. 19. – P. 99.
2. Kabalci E., Kabalci Y. Introduction to smart grid architecture. Smart Grids and Their Communication Systems, Part of the Energy Systems in Electrical Engineering book series. – Springer, 2019. - 3-45 p.
3. Список стран по эмиссии CO2. [Электрон. ресурс] – URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki> (дата обращения: 1.11.2021).
4. Nafi N.S., Ahmed K., Gregory M.A., Datta M. A Survey of smart grid architectures, applications, benefits and standardization // Journal of Network and Computer Applications. – 2016. – Vol. 76. - P. 23-36.
5. Werbos P.J. Computational intelligence for the smart grid-history, challenges, and opportunities // IEEE Computational Intelligence Magazine. – 2011. – Vol. 6. – P. 14-21.
6. Buchholz B.M., Styczynski Z.A. Vision and Strategy for the Electricity Networks of the Future // Smart Grids. – 2020. – P. 1-17.
7. Sadiku M.N.O., Musa S.M., Nelatury S.R. Smart grid—An introduction // International Journal of Electrical Engineering & Technology. – 2016. – Vol. 7. – P. 45-49.
8. Система энергоменеджмента. [Электрон. ресурс]. – URL: <https://www.zakon.kz/4888475-sistema-energomenedzhmenta-po-st-rk-iso.html> (дата обращения: 1.12.2020).
9. Tanwar S., Tyagi S., Kumar S. The role of internet of things and smart grid for the development of a smart city // Intelligent Communication and Computational Technologies. – 2018. – Vol. 19 – P. 23-33.

10. Манакова О.С. Актуальные проблемы интеграции науки и образования // Влияние Электромобилей На Энергетику. – Бузулук, 2021.
11. Николаев А.В., Прокофьев О.В., Тюрин М.В., Токарев А.Н. Большие данные для нового качественного уровня электроэнергетики // Труды Международного симпозиума «Надежность и качество». – 2018. – Т. 2. – С. 102-104.
12. Кобец Б.Б. Волкова И.О. Инновационное развитие электроэнергетики на базе концепции Smart Grid. - М.: ИАЦ Энергия, 2010. - 208 с.
13. Zhou L., Chen J., Huang J. Research on Smart Grid analysis based on informatization // IEEE International Conference on Machine Learning and Cybernetics. – 2012. - Vol. 21. – P. 171-178.
14. Dehdarian A., Tucci C.L. A complex network approach for analyzing early evolution of smart grid innovations in Europe // Elsevier. Applied Energy. – 2021. - Vol. 298. – P. 117143.
15. Kovendan A.K.P., Sridharan D. Development of smart grid system in India: a survey // Proceedings of the International Conference on Nano-electronics, Circuits & Communication Systems. – 2017. - Vol. 403. - P. 275-285.
16. Обзор государственной политики Республики Казахстан в области энергосбережения и повышения энергоэффективности. [Электрон. ресурс] – URL: https://www.energycharter.org/fileadmin/DocumentsMedia/Thematic/EE-Kazakhstan_2014_ru.pdf (дата обращения: 1.11.2021).
17. В Казахстане строят «умную» электроэнергетику. [Электрон. ресурс] – URL: <https://kursiv.kz/news/biznes/2019-11/v-kazakhstane-stroyat-umnuyu-elektroenergetiku> (дата обращения: 1.11.2021).

Г.Б.Толегенова¹, В.А.Жмудь², А.Б.Закирова¹, М.Н.Калимолдаев¹

¹Международный университет Астана, Нур-Султан, Казахстан

²Новосибирский государственный технический университет, Новосибирск, Россия

Технология умных сетей. Перспективы развития электрических сетей

Аннотация. Параллельно с развитием технологий, стремительно возрастает необходимость в электроэнергии, важным вопросом становится не только производство, но и энергораспределение. Следственно прогрессирующий спрос на надёжность, продуктивность, безопасность, экологичность и энергетическую стабильность, нагромождают схемы электрических сетей. Они создают интеллектуальную энергетическую систему, которая сегодня общеизвестна как концепция "умных сетей". В данной статье был представлен обзор «Умных сетей» с их особенностями и различными аспектами в сфере распределения электроэнергии. Рассмотрены интеллектуальные электрические сети и их развитие. Кроме того, данная статья посвящена анализу интеллектуальных электрических сетей, преимуществам их внедрения в повседневную жизнь потребителей. Было рассмотрено перспективы этапов развития «Умных сетей» в большинстве стран мира, а также некоторые зарубежные проекты, которые направлены на повышение энергоэффективности и функционирования умных электрических сетей.

Ключевые слова: Интеллектуальная сеть, Автоматизация, управление энергией, распределение, интернет вещей, большие данные.

G.B.Tolegenova¹, V.A.Zhmud², A.B.Zakirova¹, M.N.Kalimoldayev¹

¹Astana International University, Nur-Sultan, Kazakhstan

²Novosibirsk State Technical University, Novosibirsk, Russia

Smart Grid technology. Prospects for the development of electric networks

Annotation. In parallel with the development of technology, the need for electricity is rapidly increasing, and not only production, but also energy distribution is becoming an important issue. Consequently, the progressive demand for reliability, productivity, safety, environmental friendliness and energy stability is piling up the circuits of electrical networks. They are creating an intelligent energy system, which is now commonly known as the concept of "smart grids". This article presents an overview of «Smart Grids» with their features and various aspects in the field of electricity distribution. Intelligent electrical networks and their development are considered. In addition, this article is devoted to the analysis of intelligent electrical networks, the advantages of their introduction into the daily lives of consumers. The prospects of the stages of development of «Smart grids» in most countries of the world were considered, as well as some foreign projects aimed at improving energy efficiency and the functioning of smart electric networks.

Keywords: Intelligent network, Automation, energy management, distribution, Internet of Things, big data.

References

1. Gharaibeh A., Salahuddin M.A., Hussini S.J., Khreishah A., Khalil I. Smart Cities: A Survey on Data Management, Security and Enabling Technologies, IEEE Communications Surveys & Tutorials, 19, 99 (2017).
2. Kabalci E., Kabalci Y. Introduction to smart grid architecture. Smart Grids and Their Communication Systems, Part of the Energy Systems in Electrical Engineering book series (Springer, 2019, 3-45 p.).
3. Spisok stran po emissii CO2 [List of countries by CO2 emissions]. [Electronic resource] - Available at: <https://ru.wikipedia.org/wiki> (Accessed: 1.11.2021).
4. Nafi N.S., Ahmed K., Gregory M.A., Datta M. A Survey of smart grid architectures, applications, benefits and standardization, Journal of Network and Computer Applications, 76, 23-36 (2016).
5. Werbos P.J. Computational intelligence for the smart grid-history, challenges, and opportunities, IEEE Computational Intelligence Magazine, 6, 14 – 21 (2011).
6. Buchholz B.M., Styczynski Z.A. Vision and Strategy for the Electricity Networks of the Future, Smart Grids, 1-17 (2020).
7. Sadiku M.N.O., Musa S.M., Nelatury S.R. Smart grid – An introduction, International Journal of Electrical Engineering & Technology, 7, 45-49 (2016).
8. Sistema energomenedzhmenta [Energy management system]. [Electronic resource] - Available at: <https://www.zakon.kz/4888475-sistema-energomenedzhmenta-po-st-rk-iso.html> (Accessed: 1.12.2020).
9. Tanwar S., Tyagi S., Kumar S. The role of internet of things and smart grid for the development of a smart city, Intelligent Communication and Computational Technologies, 19, 23-33 (2018).

10. Manakova O.S. Aktual'nye problemy integracii nauki i obrazovaniya // Vliyanie Elektromobilej Na Energetiku [Actual problems of integration of science and education // Influence of Electric Vehicles on Energy], Buzuluk, 2021.

11. Nikolaev A.V., Prokof'ev O.V., Tyurin M.V., Tokarev A.N. Bol'shie dannye dlya novogo kachestvennogo urovnya elektroenergetiki, Trudy Mezhdunarodnogo simpoziuma «Nadezhnost' i kachestvo» [Big data for a new qualitative level of the electric power industry, Proceedings of the International Symposium "Reliability and Quality"], 2, 102-104 (2018). [in Russian]

12. Kobec B.B. Volkova I.O. Innovacionnoe razvitie elektroenergetiki na baze koncepcii Smart Grid [Innovative development of the electric power industry based on the Smart Grid concept] (Moscow: IAC Energy, 2010, 208 p.). [in Russian]

13. Zhou L., Chen J., Huang J. Research on Smart Grid analysis based on informatization, IEEE International Conference on Machine Learning and Cybernetics, 21, 171-178 (2012).

14. Dehdarian A., Tucci C.L. A complex network approach for analyzing early evolution of smart grid innovations in Europe, Elsevier. Applied Energy, 298, 117143 (2021).

15. Kovendan A.K.P., Sridharan D. Development of smart grid system in India: a survey, Proceedings of the International Conference on Nano-electronics, Circuits & Communication Systems, 403, 275-285 (2017).

16. Obzor gosudarstvennoj politiki Respubliki Kazahstan v oblasti energosberezheniya i povysheniya energoeffektivnosti [Review of the state policy of the Republic of Kazakhstan in the field of energy saving and energy efficiency]. [Electronic resource] - Available at: https://www.energycharter.org/fileadmin/DocumentsMedia/Thematic/EE-Kazakhstan_2014_ru.pdf (Accessed: 1.11.2021).

17. V Kazahstane stroyat «umnuyu» elektroenergetiku [Kazakhstan is building a "smart" electric power industry]. [Electronic resource] - Available at: <https://kursiv.kz/news/biznes/2019-11/v-kazahstane-stroyat-umnuyu-elektroenergetiku> (Accessed: 1.11.2021).

Авторлар туралы мәліметтер:

Толегенова Г.Б. - Астана Халықаралық университетінің 2 курс докторанты, Нұр-Сұлтан, Қазақстан.

Жмудь В.А. - техника ғылымдарының докторы, Новосибирск мемлекеттік техникалық университетінің профессоры, Новосибирск, Ресей.

Закирова А.Б. - педагогика ғылымдарының кандидаты, Астана Халықаралық университеті, Нұр-Сұлтан, Қазақстан.

Калимолдаев М.Н. - ф.-м.ғ.д., профессор, Астана Халықаралық университеті, Қазақстан

Tolegenova G.B. - 2nd year PhD student of Astana International University, Nur-Sultan, Kazakhstan.

Zhmud V.A. - Doctor of Technical Sciences, Professor of Novosibirsk State Technical University, Novosibirsk, Russia.

Zakirova A.B. - Candidate of Pedagogical Sciences, Astana International University, Nur-Sultan, Kazakhstan.

Kalimoldayev M.N. - Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Professor of Astana International University, Nur-Sultan, Kazakhstan.