



ҚАЙТА ТИКЛАНДИГАН ЭНЕРГИЯ МАНБАЛАРИГА АСОСЛАНГАН ЛОКАЛ ЭНЕРГИЯ ТИЗИМЛАРИНИНГ САМАРАДОРЛИГИНИ АНИҚЛАШ

Уришев Б.У., т.ф.д., проф., Умиров А.П., к. ўқит.,
Қуватов У.Ж., к. ўқит., Жомуродова М.К. магистрант
bob_urishev@mail.ru, u.quvvatov@gmail.com
Қарши мухандислик иқтисодиёт институти

Аннотация. Мақолада жаҳон энергетикасида тез ривожланаётган локал энергетик тизимлар тўғрисида маълумотлар келтирилган, ушбу тизимлар таркибидаги қайта тикланувчи энергия манбаларига асосланган энергетик қурилмаларнинг самарадорлигини аниқлаш бўйича ҳисоблар натижалари келтирилган.

Калим сўзлар: локал энергия тизимлари, қайта тикланувчи энергия манбалари, энергияни аккумуляциялаш, шамол энергетик қурилмаси, фотозлектрик қурилмалар, гидроэнергетик қурилмалар.

Abstract. The article provides information on local energy systems that are rapidly developing in the world energy industry, as well as the results of calculations to determine the efficiency of local energy systems operating on the basis of renewable energy sources.

Keywords: local energy systems, renewable energy sources, energy storage, wind power plants, photovoltaic plants, hydropower plants.

Ҳозирги кунда замонавий энергетика тўртта асосий йўналиш бўйича ривожланмоқда. Бу йўналишлар қуйидагилардан иборат: энергетик баланси диверсификациялаш, чиқиндиларни зарарсизлантириш, локал энерготизимлардан фойдаланиш ва рақамлаштириш. Диверсификациялаш ва зарарсизлантириш бўйича ишлар анчадан бери давом этаётган бўлсада, локал энерготизимлардан фойдаланиш ва рақамлаштириш кейинги йилларда энергетикага жадал кириб бормоқда. Энергетик жараёнларни диверсификациялаш ва зарарсизлантириш асосан табиий омилларга боғлиқ бўлса, локализация ва рақамлаштиришда асосий ролни инсон омили эгаллайди ва бунда мақсад энергияни ишлаб чиқаришни уни истеъмол қилиш жараёнига максимал даражада мослаш, бунинг натижасида энергия самарадорлигини оширишга эришишдир.

Кейинги йилларда жаҳоннинг ривожланган мамлакатларида марказлашган электроэнергетик тизимлар билан бир қаторда локал энергия (энергетик) тизимлари (ЛЭТ) ҳам кенг ривожланмоқда. ЛЭТ – маълум бир чегара, худуд, минтақадаги истеъмолчиларга ушбу худуд доирасида энергияни ишлаб чиқариш, узатиш ва тақсимлаш функцияларини бажарган ҳолда энергия билан таъминлаш учун хизмат қилади [1].

Замонавий ЛЭТ юқори технологияларга эга бўлган, доимо ривожланишдаги юксак сунъий кибернетик тизимдан иборат бўлиб, улар қуйидаги қуйидаги талаблар асосида фаолият кўрсатадилар [1,2]:

- ЛЭТларда энергия ишлаб чиқариш ва уни истеъмол қилишнинг мутлақ қийматлари мутаносиб бўлиши керак, бошқача қилиб айтганда уларнинг баланси (мувозанати) доимо сақланиши керак;

- ЛЭТлар фаолиятини бошқариш юқори даражада автоматлаштирилган ва компьютерлаштирилган, яъни юксак “интеллектуал” даражага эга бўлган тизимга эга бўлиши керак;

- ЛЭТларда энергия манбаларининг ноанъанавий ва муқобил турларидан фойдаланиш имкони бўлиши керак;

- ЛЭТлар барча турдаги истеъмолчиларни етарли даражада режа қилинган ҳар қандай энергия истеъмоли шароитларида электр энергияси билан таъминлаши керак;



- ЛЭТ баъзи электростанциялар ишдан тўхтаган ҳолларда ҳам тўхтовсиз энергия таъминотини ташкил қилиш имконига эга бўлиши, яъни ортиқча энергияни аккумуляциялаш ҳисобидан заҳира қувватларга эга бўлиши керак;

- ЛЭТларда электр энергиясининг параметрлари (қуввати, кучланиш, ток кучи ва частотаси) талаб даражасида таъминланиши керак.

Локал энерготизимлар (ЛЭТ) нинг марказий энерготизимларга нисбатан қандай афзалликлари бор? Ҳозирги кунда мавжуд марказий энерготизимларда энергияни ишлаб чиқариш ва уни истеъмолчиларга етказиш жуда яхши йўлга қўйилган бўлсада, бу тизим куйидаги камчиликларга эга.

- истеъмолчиларнинг бир қисми энергия ишлаб чиқарувчилардан узоқ масофада жойлашганлиги учун энергия исрофининг юқорилиги;

- ишлаб чиқаришнинг асосан органик ёқилғига мосланганлиги;

- энергия ишлаб чиқариш қуввати энергия истеъмолининг максимал қувватига мўлжалланганлиги учун уни энергия истеъмолининг кам қувватларига мослаш катта муаммо ва харажатларни талаб қилади;

- истеъмол қилинаётган энергия қувватининг ва тарифининг ўзгарувчанлигини оптимал равишда ростлаш тизимининг мукамал эмаслиги.

Юқорида кўрсатилган камчиликлар жуда муҳим ва катта камчиликлар ҳисобланади, шу сабабли марказий энерготизимларда энергия самарадорлиги масаласида жиддий муаммолар мавжуд. Шу сабабли ушбу камчиликлардан деярли холи бўлган ЛЭТларга босқичма-босқич ўтиш масаласи кўпгина мамлакатлар олдида турган асосий вазифалардан бири ҳисобланади [3].

Бугунги кунда жаҳонда smart grids, microgrid, decentralized energy systems номлари билан кўпдан-кўп ЛЭТлар мавжуд бўлиб, улар энергетик қурилмалар (станциялар) ишлаб чиқарган энергияни (шу жумладан тикланувчан энергия манбалар асосидаги) оқилона тақсимлаш ва истеъмолни бошқариш, мониторинг қилиш жараёнларининг интеграциялаштирган кластерларидан иборатдир [1]. Кўп ҳолларда ЛЭТ марказий энерготизим билан ортиқча энергияни сотиш ёки сотиш олиш мақсадида юқори кучланишли электр линиялар билан боғланган ҳолда бўлади.

ЛЭТларнинг жуда муҳим афзалликларидан бири энергияни истеъмол қилишни махсус IT технология асосида бошқаришдир. Бу ҳолда энергия истеъмолини оптималлаштириш ҳисобига юқори энергия тежамкорлигига эришиш мумкин. ЛЭТларда энергия ишлаб чиқариш усуллариининг деярли барчасидан фойдаланиш мумкин, қайта тикланувчи энергия манбаларидан, дизел, газ электр станцияларидан ва бошқа ёқилғи турларида ишлайдиган энергетик қурилмалар ҳам бўлиши мумкин.

ЛЭТ таркибида қатнашадиган энергетик қурилмалар қувватини аниқлаш бўйича ҳали бир тўхтама келинган йўқ, соф технологиялар бўйича консалтинг жамоаси Navigant Research (АҚШ) ШЭҚлар учун 500 кВт, ФЭҚлар учун 1 МВт, газ турбина станциялар учун 250 кВт, газпоршенли ва дизел электр станциялар учун 6 МВт қувватни максимум сифатида кўрсатади [4]. EU-DEEP номли Европа лойиҳасида органик ёқилғида ишлайдиган станциялар учун 10 МВт, ГЭСлар учун 500 кВт, ШЭҚ учун 6 МВт, ФЭҚ учун 5 МВт деб белгиланган [4].

Россияда баъзи экспертлар тақсимланган генерация (ЛЭТ)нинг максимал қуввати 25 МВт дан ошмаслиги керак деган фикрни билдиришади [4].

ЛЭТнинг самарадорлик кўрсаткичлари кўп жиҳатдан ундаги энергетик қурилмалар қувватларини ва бошқа параметрларини тўғри танлашга боғлиқ, чунки бу омилларга энергия таъминоти ишончилиги ва самарадорлиги тўғридан тўғри боғлиқ бўлади.

Энергетик қурилмаларнинг иқтисодий самарадорлиги асосан иккита омилга – электр энергияни сотиш нархи *Энарх* (таннарх+энергияни тақсимлаш ва сотиш харажатлари+қўйиладиган фоиз) ва қурилмани яратиш харажатлари *К* (капитал қурилиш харажатлари) га боғлиқ.





Бу ҳолда $\mathcal{E}_{нарх}$ ва K қийматларининг кўриб чиқиладиган барча вариантларини белгиланган чегаралар доирасида ўз ичига олган функциянинг шартли минимумини топиш зарур бўлади.

Бунинг учун Лагранж функциясининг биздаги шароитларга мос келадиган шаклини қабул қиламиз

$$L = \mathcal{E}_{нархi}(K_i) + \lambda \cdot (K_i) \quad (1)$$

бунда $i = 1, 2, \dots, n$ – вариантлар сони, λ – Лагранж кўпайтмаси.

Ушбу функциянинг минимумини қуйидаги кўринишда ёзишимиз мумкин.

$$\frac{\partial}{\partial K_i} (\mathcal{E}_{нархi} + \lambda K_i) = 0 \quad (2)$$

Бунда, демак $\mathcal{E}_{нархi} + \lambda \cdot K_i$ йиғиндиси қандайдир минимал қийматга эга эканлигини кўрсатади, яъни, энергетик қурилмалар қувватларининг бир қатор қийматлари ичида шундай вариант мавжудки, у баъзи чегаралар доирасида минимал қийматга эга бўлади, яъни:

$$X_{min} = \mathcal{E}_{нархi} + \lambda K_i \rightarrow \min \quad (3)$$

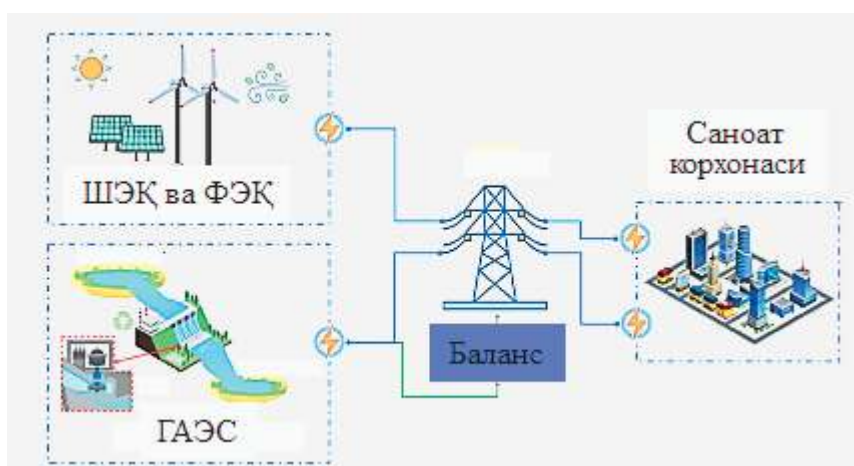
Ушбу минимал кўрсаткични ташкил этувчи параметрлар $\mathcal{E}_{нархi}$ (ЛЭТдаги барча қурилмалар ишлаб чиқарган электр энергияси нархи, демак $\Sigma \mathcal{E}_{нархi}$) K_i қийматларини энергетик қурилмаларда танлашда кенг қўлланиладиган қуйидаги солиштирма кўрсаткичлар асосида аниқланади.

$$\Sigma \mathcal{E}_{нархi} = \alpha_1 \cdot \mathcal{E}_{кур1} + \alpha_2 \cdot \mathcal{E}_{кур2} + \alpha_3 \cdot \mathcal{E}_{кур3} + \dots + \alpha_n \cdot \mathcal{E}_{курn} \quad (4)$$

Бунда α_i – 1 кВт·соат электр энергияси нархи, $\mathcal{E}_{курi}$ – ЛЭТ энергетик қурилмалари ёрдамида белгиланган вақт давомида ишлаб чиқарилган электр энергияси миқдори. Бунда (3) да берилган минималлаштириш мезонининг асосий чеклов ёки шартларидан бири сифатида қурилмалар ишлаб чиқарган электр энергияси йиғиндиси $\Sigma \mathcal{E}_{кур}$ талаб қилинаётган истеъмол электр энергияси миқдоридан кам бўлмаслиги керак, яъни қуйидаги чекловга амал қилиниши керак

$$\Sigma \mathcal{E}_{кур} \geq \mathcal{E}_{ис} \quad (5)$$

Масалан таркибида шамол энергетик қурилмаси (ШЭҚ), фотоэлектрик қурилма (ФЭҚ) лар бўлиб, уларнинг истеъмолдан ортиқча энергиясини гидроаккумуляция электр станция (ГАЭС) таркибидаги насос қурилмаси (НҚ) ёрдамида аккумуляциялайдиган ва ушбу тўпланган энергия ҳисобидан гидроэнергетик қурилма (ГЭҚ)да электр энергиясини ишлаб чиқарадиган ЛЭТ схемаси 1 – расмда келтирилган.



1 – расм. Локал энергия тизими схемаси.

Схемадан кўриниб турибдики, ЛЭТ таркибидаги ГАЭС энергия балансини сақлаш учун, яъни ортиқча энергияни аккумуляциялаш ва ундан энергия етишмовчилиги пайтида фойдаланиш мақсадида хизмат қилади.



Мазкур ЛЭТ ишлаб чиқарган электр энергияси нархи қуйидаги формула билан ҳисобланади.

$$\mathcal{E}_{нархи} = \alpha_{ШЭҚ} \cdot \mathcal{E}_{ШЭҚ} + \alpha_{ФЭҚ} \cdot \mathcal{E}_{ФЭҚ} + \alpha_{ГЭҚ} \cdot \mathcal{E}_{ГЭҚ} - \alpha_{(ШЭҚ+ФЭҚ)/2} \cdot \mathcal{E}_{НК} \quad (6)$$

ФЭҚ ва ШЭҚ ишлаб чиқарган энергиянинг истеъмолдан ортиқчаси НКга берилгани учун электр энергия тарифини ўртача $\alpha_{(ШЭҚ+ФЭҚ)/2}$ га тенг этиб қабул қилинади.

Капитал харажатлар миқдори қуйидагича аниқланади

$$K_i = \beta \cdot N_{кур} \quad (7)$$

Бунда β – 1 кВт қувватли қурилма қурилишига сарф бўладиган маблағ миқдори.

$N_{кур}$ – энергетик қурилманинг максимал қуввати.

Демак K_i нинг қийматини қуйидаги формула билан ҳисоблаш мумкин

$$K_i = \beta_{ШЭҚ} \cdot N_{ШЭҚi} + \beta_{ФЭҚ} \cdot N_{ФЭҚi} + \beta_{ГЭҚ} \cdot N_{ГЭҚi}$$

$\mathcal{E}_{нархи}$ ва K қийматларини ҳисоблашда α ва β қийматлари Халқаро қайта тикланувчан энергия манбалари агентлигининг 2022 йилда чиқарилган йилномаси маълумотлари асосида олинди [5].

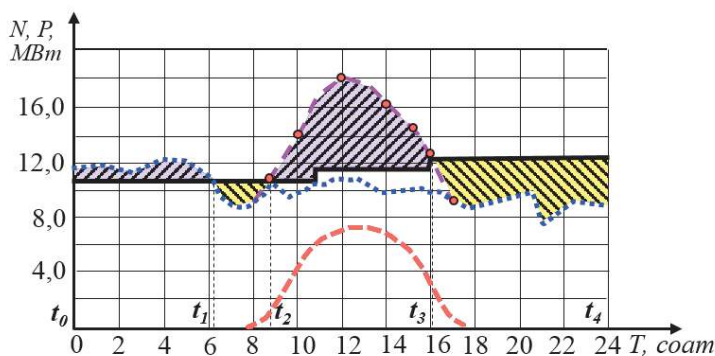
Демак ушбу манбага асосан $\alpha_{ШЭҚ} = 0,033$ \$/кВт·соат, $\alpha_{ФЭҚ} = 0,048$ \$/кВт·соат, $\alpha_{ГЭҚ} = 0,048$ \$/кВт·соат,

Худди шунингдек, $\beta_{ШЭҚ} = 1325$ \$/кВт, $\beta_{ФЭҚ} = 857$ \$/кВт, $\beta_{ГЭҚ} = 2135$ \$/кВт.

Шундай қилиб $\mathcal{E}_{нархи} + \lambda \cdot K_i$ йиғиндисини белгиланган ҳисобий вақт учун аниқланадиган қурилма харажатлари суммаси деб аташ мумкин. Бунда Лагранж кўпайтмаси λ нинг ҳақиқий маъноси сарф қилинган капитал харажатларни қоплаш учун тўловлар коэффициенти ёки банк фоизини англатади. Бу суммани аниқлашда қурилма қуввати ва ишлаб чиқарилган энергия миқдори аниқловчи омиллар сифатида қатнашади. Уларнинг қийматлари ЛЭТдаги қурилмаларнинг баланс энергияси тенгламалари асосида ЛЭТнинг энергия юқламаси графигини таҳлил қилиш асосида аниқланади.

Мисол сифатида кун давомида энергия истеъмоли деярли ўзгармайдиган, йирик энергия ҳажмдор саноат корхонасига хизмат қиладиган максимал қуввати 18 МВт бўлган ва ЛЭТ нинг энергия юқламаси графиги 2 – расмда келтирилган.

Ушбу энергия юқламаси графиги бўйича кўриб чиқилган ҳар ойда 3 тадан бир йилда 36 та вариант ичида ЛЭТда кунлик истеъмол миқдори $\mathcal{E}_{ис} = 266,6$ кВт·соат бўлган соаноат корхонасини энергия билан таъминлаш учун энергетик қурилмалар томонидан ишлаб чиқилган энергия миқдорининг харажатлар минимуми (3) бўйича ҳисобланганда бир кунда $X_{min} = 3555,72$ минг долларни ташкил этди.



- аккумуляцияланадиган, яъни насос қурилмасига бериладиган энергия миқдори;
- аккумуляцияланган захирадан ГЭҚда энергия ишлаб чиқариш учун олинадиган энергия миқдори;
- саноат корхонасининг ўртача кунлик энергия юқламаси;
- ФЭҚнинг кунлик энергия ишлаб чиқариш графиги;
- ШЭҚнинг кунлик энергия ишлаб чиқариш графиги;
- ФЭҚ ва ШЭҚнинг биргаликда энергия ишлаб чиқариш графиги

2 – расм. Таркибида ШЭҚ, ФЭҚ ва ГАЭС бўлган ЛЭТнинг иш режими графиги.





Ушбу оптимал вариантга мос келадиган ЛЭТнинг энергетик кўрсаткичлари қуйидагича:

$$\begin{aligned} \mathcal{E}_{ШЭҚ} &= 229,5 \text{ МВт}\cdot\text{соат}; & \mathcal{E}_{ФЭҚ} &= 54,1 \text{ МВт}\cdot\text{соат} \\ \mathcal{E}_{ГЭҚ} &= 25,6 \text{ МВт}\cdot\text{соат}; & \mathcal{E}_{НҚ} &= 42,6 \text{ МВт}\cdot\text{соат} \end{aligned}$$

Энергетик қурилмаларнинг максимал қувватлари қуйидаги қийматларни ташкил қилди.

$$N_{ШЭҚ} = 9,9 \text{ МВт}, \quad N_{ФЭҚ} = 7,2 \text{ МВт}, \quad N_{ГЭҚ} = 4,8 \text{ МВт}, \quad N_{НС} = 6,5 \text{ МВт}$$

Инвестиция, яъни қурилмаларни қуришга ажратилган маблағнинг фоиз ставкаларини барча вариантлар учун бир хил, яъни $\lambda = 0,12$ қабул қилинди.

ЛЭТнинг энергетик қурилмалари ишлаб чиқарган электр энергияси нархини (6) бўйича ҳисоблаймиз.

$$\mathcal{E}_{\text{нарх}}^{\text{КТЭМ}} = 0,033 \cdot 229,5 + 0,48 \cdot 54,1 + 0,048 \cdot 25,6 - 0,04 \cdot 42,6 = 9700 \text{ доллар.}$$

Саноат корхонаси учун зарур бўлган электр энергияси иссиқлик электр станциялардан олинса, унда электр энергияси нархи қуйидагича бўлади

$$\mathcal{E}_{\text{нарх}}^{\text{ИЭС}} = 0,12 \cdot 266,6 = 31992 \text{ доллар.}$$

Бундан кўришиб турибдики, юқорида келтирилган конфигурацияга эга бўлган ЛЭТнинг иссиқлик электр станциялари ишлаб чиққан электр энергияси билан таъминлаш тизимига нисбатан салмоқли иқтисодий самарадорликга эга бўлади, масалан:

- ЛЭТда ишлаб чиқарилган электр энергияси анъанавий ИЭСлар электр энергиясига нисбатан арзонлиги туфайли катта иқтисодий самарадорликка эришиш мумкин. Масалан, ИЭСнинг 1 кВт·соат электр энергияси нархи буғ-газ қурилмаларда 7,78...9,66 цент, газ қурилмаларда 11,03...21,94 центни ташкил қилиши ҳалқаро чоп этилган манбаларда келтирилган [6]. Агар ИЭСда ишлаб чиқарилган электр энергияси 1 кВт·соатининг нархини ўртача 12 цент қабул қилсак ЛЭТнинг насос станция истеъмоли учун зарур бўлган энергия юқламаси тўловларига юқорида келтирилган ҳисоблар натижаларига кўра бир кунда 31992 доллар сарф бўлади. Демак таклиф этилган ЛЭТни қўллаш натижасида эришиладиган иқтисодий самара 22292 долларни ташкил этади.

- таклиф қилинган ЛЭТда ортиқча энергияни гидравлик аккумуляциялаш тизими ҳозирги пайтда жаҳонда кенг қўлланилаётган литий – ион аккумуляторларга нисбатан анча арзонлиги билан ажралиб туради. Масалан, 2019 йилда литий – ион аккумуляторлари ёрдамида 4 соат давомида энергияни сақлаш нархи 275...285 \$/МВт·соат га тенг бўлди, гидравлик аккумуляциялаш (16 соат давомида) нархи эса 177...186 \$/МВт·соат ни ташкил этди [7]. Агар ушбу нархларнинг ўртача қийматларини, яъни 280 \$/МВт·соат ва 180 \$/МВт·соат ни қабул қилсак унда ҳар бир МВт·соат аккумуляцияланадиган электр энергия учун 100 доллар фойда кўриш мумкин (литий – ион аккумуляторларга нисбатан). Юқорида келтирилган мисол сифатида кўриш мумкинки, аккумуляцияланиши керак бўлган 42,6 МВт·соат электр энергияси учун ГАЭС қўлланилганда бир кунда 4260 минг доллар иқтисод қилиш имкони бўлади;

- таклиф қилинган ЛЭТда ортиқча энергияни аккумуляциялаш тизими жорий этилган, бунинг натижасида ШЭҚ ва ФЭҚ ларнинг энергиясидан тўлиқ фойдаланиш, ишлаб чиқарилган энергияни истеъмол энергиясига самарали мослаш имкони туғилади.

Юқорида келтирилган таққослаш натижалари локал энерготизимларда қайта тикланувчан энергия манбаларидан ва ортиқча энергияни гидравлик аккумуляциялаш усулидан фойдаланиш катта иқтисодий самара бериши мумкинлигини кўрсатмоқда.

Хулосалар.

1. Йирик, энергия ҳажмдор саноат корхонасини ишончли равишда электр энергияси билан таъминлаш учун хизмат қиладиган локал энергия тизими схемаси ва унинг самарадорлигини аниқлаш тартиби таклиф этилди.

2. Таркибидаги шамол энергетик қурилмаси, фотоэлектрик қурилмаларнинг истеъмолдан ортиқча энергиясини гидроаккумуляция электр станциясида тўплаш ва ундан фойдаланиш имконияти жорий этилган, максимал қуввати 18 МВт ва кунлик энергия истеъмоли 266,6 кВт·соат локал энергия тизимининг самарадорлигини аниқлаш бўйича



бажарилган ҳисоблар натижалари фақат электр энергияси тарифлари фарқи бўйича олинган самара бир кунда 22292 долларни ташкил этиши аниқланди.

3. Таклиф қилинган ЛЭТда ортиқча энергияни гидравлик аккумуляциялаш тизими ҳозирги пайтда трендда бўлган литий – ион аккумуляторларга нисбатан ҳар бир кВт·соат электр энергиясини аккумуляциялаш харажатлари фарқи ҳисобига бир кунда 4260 доллар фойда келтириши аниқланди.

АДАБИЁТЛАР РЎЙХАТИ

1. Urishev B 2019 Decentralized Energy Systems, Based on Renewable Energy Sources. *Applied Solar Energy*, vol. 55, no. 3, pp. 207–212. DOI: 10.3103/S0003701X19030101
2. Peter Alstone, Dimitry Gershenson, Daniel M. Kammen. 2015 Decentralized energy systems for clean electricity access. *Nature climate change*, vol. 5, <https://rael.berkeley.edu/wp-content/uploads/2016/04/Alstone-Gershenson-Kammen-NatureClimateChange-2015-EnergyAccess.pdf>
3. Dawit Guta, Jose Jara, Narayan Adhikari, Chen Qiu, Varun Gaur, and Alisher Mirzabaev. Decentralized Energy in Water-Energy-Food Security Nexus in Developing Countries: Case Studies on Successes and Failures. ZEF- Discussion Papers on Development Policy No. 203, Center for Development Research, Bonn, August 2015, pp. 46.
4. Ю. А. Морева, М. М. Суровцов, Е. А. Панова. Развитие распределённой генерации в мире и в России. [СОК №5 | 2020](https://www.c-o-k.ru/articles/razvitiie-raspredeleynoy-generacii-v-mire-i-v-rossii) (стр. 42-53) <https://www.c-o-k.ru/articles/razvitiie-raspredeleynoy-generacii-v-mire-i-v-rossii>
5. Renewable power generation costs in 2021, International Renewable Energy Agency, Abu Dhabi. https://www.irena.org/-/media/Files/RENA/Agency/Publication/2022/Jul/IRENA_Power_Generation_Costs_2021.pdf?rev=34c22a4b244d434da0accde7de7c73d8
6. Christoph Kost, Shivenes Shammugam, Verena Julch, Huyen-tran Nguyen, Thomas Schlegl. Levelized cost of electricity renewable energy technologies. Fraunhofer institute for solar energy systems. Available: https://www.ise.fraunhofer.de/content/dam/ise/en/documents/publications/studies/EN2018_Fraunhofer-ISE_LCOE_Renewable_Energy_Technologies.pdf.
7. David G. Victor. 2019 Pumped Energy Storage: Vital to California’s Renewable Energy Future Release <https://www.energy.senate.gov/services/files/F5F5EDF0-E298-4843BAA5CC8605586484>

