ТАҚСИМЛАНГАН ЭЛЕКТР ЭНЕРГИЯСИ МАНБАЛАРИНИ ЭЛЕКТР ТАРМОҒИГА ОПТИМАЛ ИНТЕГРАЦИЯ ҚИЛИШ

Мирхонов Уткир Кахрамонович
Бухоро давлат техника университети
Шобоев Равшан Валиевич.
AKSA ENERJI BUKHARA XK

Аннотация. Ушбу мақолада электр тармоқларида қувват исрофларини камайтириш учун тақсимланган генерация манбаларини оптимал жойлаштириш масаласига бағишланган. Ишда тақсимланган генерация манбаларини жойлаштиришдаги муаммонинг моҳияти, унинг аҳамияти ва оптимизация қилиш мақсадлари батафсил таҳлил қилинади. Илмий ишда тақсимланган генерация манбаларини оптимал жойлаштиришнинг натижалари, яъни қувват исрофларининг камайиши, энергия самарадорлигининг ошиши, тармоқнинг ишончлилигининг кучайиши ва экологик таъсирнинг камайиши кўрсатиб берилган.

Калит сўзлар: электр тармоқлари, тақсимланган генерация манбалари, қувват исрофлари, оптимизация, жойлаштириш.

Аннотация. В данной статье рассматривается задача оптимального размещения распределенных источников генерации в электрических сетях для минимизации потерь мощности. В работе подробно анализируются суть проблемы размещения распределенных источников генерации, ее значимость и цели оптимизации. В статье показаны результаты оптимального размещения распределенных источников генерации, а именно снижение потерь мощности, повышение энергоэффективности, повышение надежности сети и снижение экологического воздействия.

Ключевые слова: электрические сети, распределенные источники генерации, потери мощности, оптимизация, размещение.

Abstract. This paper addresses the problem of optimal placement of distributed generation sources in electrical networks to minimize power losses. The work thoroughly analyzes the essence of the distributed generation source placement problem, its significance, and optimization goals. The article presents the results of optimal placement of distributed generation sources, namely: reduced power losses, increased energy efficiency, enhanced network reliability, and reduced environmental impact.

Keywords: electrical networks, distributed generation sources, power losses, optimization, placement.

КИРИШ.

ISSN 3030-3907

Жаҳонда тақсимланган генерация манбалари, жумладан, қуёш, шамол, биомасса каби энергия манбалари, электр тармоқларида энергияни ишлаб чиқариш ва тарқатишда асосий рол ўйнамоқда. Бу манбалар электр тармоқларига яқин жойларда ўрнатилиши ва энергияни юқори самарадорликда ишлаб чиқариши билан маълум. Шу билан бирга, улар энергия манбалари тармоққа яқин жойлаштирилганлиги ва узатиш тармоқларининг узунлиги камайиши ҳисобига электр энергиянинг йўқолишини камайишига хизмат қилади.

Энергия исрофини камайтириш мақсадида, кўплаб мамлакатларда қуёш ва шамол энергиясидан фойдаланишга бўлган қизиқиш ортмоқда. Масалан, Осиё ва Европа Иттифоқи мамлакатларида тармоқларда тақсимланган генерация манбалари самарадорлигини оширишга қаратилган янги режалар ва ҳукумат дастурлари ишлаб чиқилган[2-5]. Бу дастурлар жадал ишлаб чиқариш манбаларига инвестициялар киритиш, уларни тармоққа яқин жойлаштириш ва техник таъминотни яхшилашни ўз ичига олади.

Жаҳон бўйлаб тақсимланган энергия манбаларига бўлган қизиқиш, аввало, бу турдаги қурилмаларнинг "катта" энергетика объектларига нисбатан муҳим техник ва иқтисодий афзалликлари билан боғлиқ[1-3].

1. Истеъмолчи учун афзалликлари:

* Электр таъминотининг ишончлилиги ва сифатини яхшилаш;
* Электр таъминотига бўлган шахсий талабларни ҳисобга олиш;
* Узатишдаги исрофларни камайтириш ҳисобига электр ва иссиқлик энергияси нархини пасайтириш;
* Тақсимланган энергия манбаларининг эксплуатациядаги мослашувчанлиги;
* Экологик тоза электр энергияси ишлаб чиқариш;
* Мавжуд технологияларнинг кенг ассортименти.

2. Таъминотчи учун афзалликлари[2-4]:

* Электр энергияси етказиб беришда қувват исрофидан келиб чиқадиган зарарни камайтириш;
* Энергетика ташкилотларининг молиявий хавфларини камайтириш;
* Тармоқ ускуналарини модернизация қилишга инвестицияларни кечиктириш;
* Бозорда кириш харажатларини пасайтириш.

3. Давлат учун афзалликлари:

* Экологик муҳитни яхшилаш;

ISSN 3030-3907

* Электр энергияси бозорида рақобатни сақлаб қолиш.

Тақсимланган энергия манбалари жойлашуви ва қувватини оптималлаштириш масаласи лойиҳалаш босқичида биринчи даражали ва эътибор билан кўриб чиқишга лойиқдир[5]. Тўғри танланган тармоққа уланиш нуқтаси ва агрегат қуввати тармоқнинг ишлашини яхшилаш ва истеъмолчилар ҳамда таъминотчилар учун қўшимча иқтисодий рағбатларни таъминлаш мумкин. [3] Аслида, тақсимланган генерация манбаларини жойлаштириш ва қувватини оптималлаштириш масаласи катта электр станциялари жойлашуви ва қувватини танлаш бўйича классик оптималлаштириш масаласи билан кўп ўхшашликларга эга. Шу билан бирга, бир қатор миқдорий ва сифат жиҳатдан фарқлар мавжуд. Тармоқдаги Тақсимланган энергия манбаларини жойлаштириш масаласи учун кўп мезонлилик ҳам хосдир.

Тақсимланган генерация манбаларини жойлаштириш дастурини амалга оширишда ҳисобга олиниши керак бўлган қўшимча омиллар ҳам мавжуд, хусусан, электр тармоқларига уланиш схемалари ва усуллари, реле ҳимояси ва автоматика схемаларини ўзгартириш зарурияти, иқтисодий омиллар ва ҳ.к. Тақсимланган генерация манбалари ўрнатиш жойларини оптимал тарзда тақсимлаш учун турли усуллар таклиф этилган, шулар орасида эволюцион қидирув алгоритмлари кенг тарқалган[1-4].

Кичик генерация объектларини жойлаштириш - бу мураккаб ва кўп томонлама муаммо ҳисобланади. Тақсимланган генерация манбасини ўрнатиш электр тармоғининг ишлаш параметрларига, жумладан, кучланиш қийматларига, боғланишлар бўйича энергия оқимига, қувват ва электр энергияси исрофларига, қисқа туташув токларига таъсир этиши мумкин, бу эса қандайдир яхши ёки ёмон томонга ўзгаришларга олиб келиши мумкин[1-3]. Генерация манбаларини жойлаштиришдаги асосий мақсадлардан бири умумий исрофларни камайтиришдан ва кучланиш даражаларини барқарорлаштиришдан иборат. Шунингдек, кичик генерация объектларини тармоққа улаш нуқталарини танлаш ҳам муҳим аҳамият касб этади, чунки бу транзит энергия оқимини қисқартиришга ва тақсимлаш тармоқларидаги техник исрофларни камайтиришга ёрдам беради[2].

Тадқиқот ишида инвестициявий таркибий қисмлар, тақсимланган генарция манбаларининг электроэнергетика тизимлари режим параметрларига таъсири, шунингдек, электр таъминоти тизимининг нормал ишлашини исроф хавфи ўртасидаги оптимал нисбатни аниқлашга қаратилган кўп мақсадли математик модел яратиш кўриб чиқилади. Тақсимланган генерация манбаси учун математик модел шакллантиришда асосий омиллар сифатида электр таъминотининг ишончлилиги ва барқарорлигини ошириш

ISSN 3030-3907

инобатга олинади[1-3]. Ишлаб чиқилаётган модел қуйидаги таркибий қисмларни ўз ичига олади:

1. Инвестициявий таркибий қисм. Бунда замонавий бозор иқтисодиёти шароитларида инвестиция лойиҳаларини баҳолаш учун бир нечта мезонларга эга бўлиб, улардан бири PI (Profitability Index) рентабеллик индексидир. Бунда мақсадли функцияни минималлаштириш масаласини ҳал қилиш жараёнида нисбат функциясидан $\frac{1}{PI}$ фойдаланиш мумкин [2-4]:

$$F_1 = \frac{1}{PI(P)}, \quad (1)$$

$$F_1 = P\frac{1}{\sum t(И_{аморт}+И_{экс}+И_{\Delta W}-D_{ээ})(1+\alpha)^t} \quad (2)$$

Бунда: P - манба қуввати, $К_1 + К_2$- манбани қуриш ва улашга сарфланадиган ўртача капитал харажатлар, минг сўм/кВт, $И_{аморт} = \alpha_{аморт}(К_1 + К_2)$- йиллик амортизация ажратмаларининг суммаси, $И_{экс}$ - тақсимланган генерация манбасини таъмирлаш ва техник хизмат кўрсатишга йиллик ажратмалар, $И_{\Delta W} = c_0 \cdot \Delta W$- тақсимланган генерация манбаси ўрнатилгандан кейин йиллик электр энергияси исрофларини қоплашга ажратмалар, c_0- кўриб чиқилаётган тармоқ компанияси учун фаол электр энергияси исрофларининг нархи, $D_{ЭЭ}$- йиллик ишлаб чиқарилган электр энергиясидан тежам, α- дисконтлаш коэффициенти.

2. Электр таъминоти сифатини ошириш - кучланиш бўйича оғишларни барқарорлаштириш:

$$F_2 = \Delta U = \frac{U_{ном}-U_{ҳақ}}{U_{ном}} \quad (3)$$

3. Тақсимланган генерация манбасининг авария режимидаги иш самарадорлиги деганда, энергосистема режимини режалаштириш ва юритишда кўплаб омилларни ҳисобга олинади. Бунга мисол тариқасида, ускуналар бўйича чеклашларга қўшимча равишда, бутун энергосистеманинг синхрон ишлашининг барқарорлиги билан боғлиқ чеклашларнинг катта гуруҳи қўшилади. Барқарор режимнинг эксплуатацион чегаралари энергосистема ҳудудлари ўртасидаги энергия оқимининг чеклашлари билан белгиланади. Рухсат этилган энергия оқимидан ошиб кетганда, режимнинг барқарорлиги пасаяди ва энергосистемадаги ҳатто кичик бузилишлар таъсирида ҳам асинхрон ҳаракат юзага келиши мумкин. Шунинг учун режимни режалаштириш ва юритишда доимий равишда рухсат этилган энергия оқимининг йўл қўйилувчанлигини назорат қилиш керак. Ушбу боғлиқликларни билиб, энергия оқимини белгиланган чеклашларга киритиш учун генерация ўзгаришининг оптимал комбинациясини аниқлаш мумкин.

ISSN 3030-3907

Боғлиқлик самарадорлик коэффициенти [4] кўринишида белгиланади, у қуйидагига тенг бўлади:

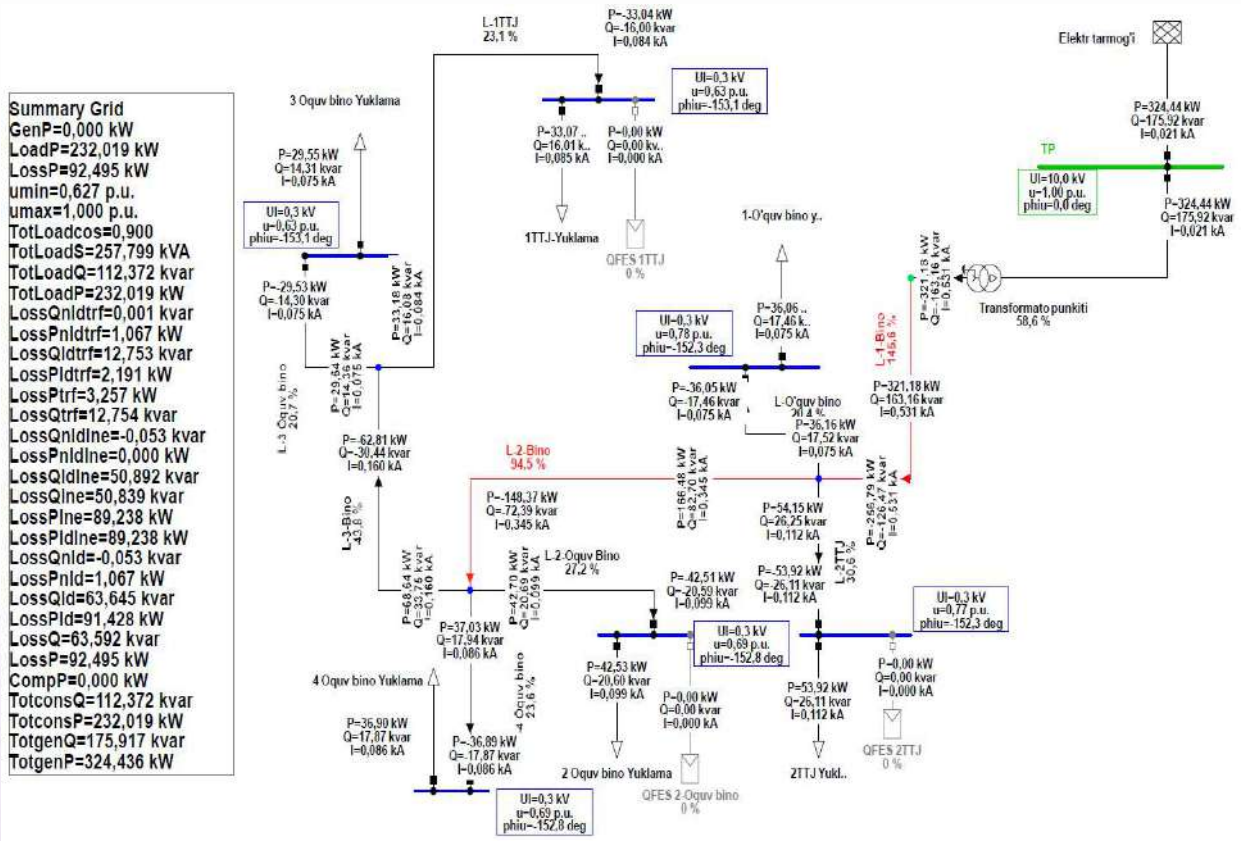
$$F_3 = k_{\text{эффij}} = \frac{\Delta P_{ij}}{\Delta P_{\text{РГ}ij}} \qquad (4)$$

Бунда: ΔP_{ij}- авария режимида линия бўйича қувват оқимининг ўзгариши, $\Delta P_{\text{РГ}ij}$- тарқатилган генерация манбасини улашда линия бўйича қувват оқимининг ўзгариши.

4. Тақсимланган генерация манбаларининг тармоқ элементининг хатолик эҳтимолини камайтиришга таъсирини баҳолаш учун тақсимланган генерация манбаси ўрнатилгандан кейинги хатолик эҳтимолининг тақсимланган генерация манбаси манбасисиз хатолик эҳтимолига нисбати қўлланилади [5]:

$$F_4 = \left[\frac{\lambda_2(t)}{\lambda_1(t)}\right] + \frac{(1-e^{\frac{-t}{T+\Delta T}})}{1-e^{\frac{-t}{T}}} \qquad (5)$$

Бунда: $\lambda_1(t)$, $\lambda_2(t)$ - тақсимланган генерация манбасини улашдан олдин ва кейинги хатолик интенсивлиги, тегишли равишда, t qiymati элементнинг нормал хизмат муддатига олинади, T - элементнинг узлуксиз ишлаш вақти, ΔT - тармоқ элементининг узлуксиз ишлаш вақтини тақсимланган генерация манбасини улашдан кейин ўзгартадиган вақт.

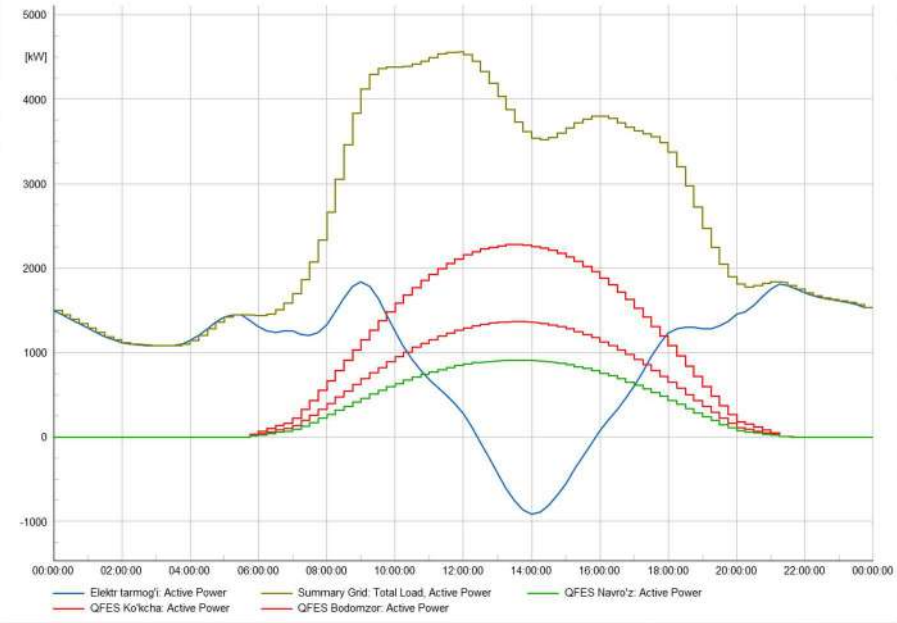


1- расм. Тақсимланган генерация манбалари уланган электр тармоқларнинг бир линияли схемаси

ISSN 3030-3907

5. Натижада, кўп мезонли мақсад функцияси қуйидаги кўринишни олади:

$$F_i(P) = \beta_1 F_1^i(P) + \beta_2 F_2^i(P) + \beta_3 F_3^i(P) + \beta_4 F_4^i(P) \quad (6)$$



2-расм. Тақсимланган генерация манбалари томонидан ишлаб чиқилган электр энергия эгри чизиқлари

Бунда: $\beta_1 + \beta_2 + \beta_3 + \beta_4$=1 – вазн коэффициентлари, i – ҳозирги итерацияда тақсимланган генерация манбасини улаш учун кўриб чиқилаётган тугун. Бундай муаммони ҳал қилиш алгоритми сифатида эволюцион ҳисоблашга асосланган усул қўлланилади. Эволюцион ҳисоблаш - оптимизация ва моделлаштириш вазифаларини ҳал қилиш учун ишлатиладиган эвристик қидирув алгоритмлари бўлиб, биологик эволюцияга ўхшаш механизмлардан фойдаланиб, қидирилаётган параметрларни тасодифий танлаш, комбинациялаш ва ўзгартириш орқали амалга оширилади. 1-расмда кўрсатилган электр таъминоти тизими қўлланилади ва 2-расмда кўрсатилганидек, тақсимланган генерация манбалари томонидан ишлаб чиқилган электр энергия эгри чизиқлари олинди.

ХУЛОСА. Тадқиқот натижалари шуни кўрсатадики, қувват исрофини камайтириш ва энергия самарадорлигини ошириш учун тақсимланган генерация манбалари электр тармоқларида тўғри жойлаштирилиши муҳим аҳамиятга эга. Ҳар бир генерация манбасининг жойлашуви тармоқнинг умумий самарадорлигига, энергия сарфига ва экологик таъсирга тўғридан-тўғри таъсир кўрсатади. Шундай қилиб, оптимал манба жойлаштириш электр тармоқларининг ишлашини яхшилашга, қувват исрофини камайтиришга ва электр энергиясини тақсимлашда йўл қўйиладиган хато ва етишмовчиликларни минималлаштиришга ёрдам беради.

ISSN 3030-3907

АДАБИЁТЛАР

1. Тарасенко В.В. Генетический алгоритм выбора распределѐнной генерации / В.В. Тарасенко // Вестник Южно-Уральского Государственного Университета. Серия «Энергетика». – 2010. – Вып. 13. – №14(190). – С. 15–19.
2. Guan F.H., Zhao D.M., Zhang X., Shan B.N., Liu Z. Research on Distributed Generation Technologies and its impacts on Power System // 2009 SUPERGEN Conference, Nanjing, China. 2009. S02P0557.
3. Воропай Н.И. Распределенная генерация в электроэнергетических системах // Международная научно- практическая конференция « Малая энергетика-2005», 2005.
4. Тарасенко В.В. Генетический алгоритм выбора распределѐнной генерации / В.В. Тарасенко // Вестник Южно-Уральского Государственного Университета. Серия «Энергетика». – 2010. – Вып. 13. – №14(190). – С. 15–19.
5. Guan F.H., Zhao D.M., Zhang X., Shan B.N., Liu Z. Research on Distributed Generation Technologies and its impacts on Power System // 2009 SUPERGEN Conference, Nanjing, China. 2009. S02P0557.

ISSN 3030-3907