

ELEKTRİK ŞƏBƏKƏLƏRİNDƏ ÇOX YANAŞMA OPTİMALLAŞDIRMA MƏSƏLƏLƏRİNİN LAYİHƏLƏNDİRMƏSİ

A.M. HƏŞİMOV, N.R. RƏHMANOV, M.M. SHADMESGARAN, Z.A. TAĞIYEVA

AMEA akademik H. M. Abdullayev adına Fizika İnstitutu

AZ-1143, Bakı, H. Cavid prospekti 33,

ASC-nin Azərbaycan Elmi-Tədqiqat və Layihə-Axtarış Energetika İnstitutunu, Bakı

Şərqi Azərbaycan vilayətinin telekommunikasiya idarəçiliyi, Təbriz, IRAN

e-mail: Shadmegaran@yahoo.com

Müasir iqtisadiyyatın davamlı inkişafını təmin etmək üçün enerji sistemlərin səmərəliliyinin artması zərurət qazanmışdır. Bu istiqamətdə elektrik sistemlərin optimallaşdırılması, həm iqtisadiyyatın əsaslarını təmin etmək, həm də elektrik enerjisinin artan tələbatını ödəmək baxımından vacibdir. Şəbəkənin müxtəlif istismar şəraitini nəzərə alaraq əsas məqsəd dəyişir. Bu məqalədə optimallaşdırma məsələlərinin müxtəlif həlli yanaşmaları şəbəkənin istismar şəraitinə uyğun, aşağı yük, pik yük, normal şərait, qəza şəraiti, sabit yüklər və yüklərin qeyri-müəyyənliyini nəzərə alaraq araşdırılıb. Bundan əlavə, yanaşmaların hər biri üçün çox strateji optimallaşdırma prosesi layihələndirilərək təqdim olundu. Bu istiqamətdə bir çəvik və güclü araşdırma, qiymətləndirmə, proqnozlaşdırma, qərar qəbul etmə və idarə etmə sistemi təqdim olunub. Təklif olunan optimallaşdırma proseslərin simulyasiyaları Matlab və PSAT proqramlarından istifadə etməklə 30 düyünlü IEEE sınaq sisteminin üzərində yerinə yetirilib.

Açar sözlər: optimallaşdırma prosesləri, DR, tələbatın idarəetmə proqramları, statik gərginlik sabilliyi, güc itkiləri, genetik alqoritm, TLBO.

UOT: 621.315.61

GİRİŞ

Energetikanın iqtisadiyyatın əsas parametrlərinə kəskin təsir göstərməsinə görə, optimallaşdırma prosesləri günün aktual mövzularının sırasına daxil olmuşlar. Elektrik sistemlərinin müxtəlif istismar şəraitini optimallaşdırma proseslərində əsas məqsədin dəyişməsinə nəzərə alaraq, çox yanaşma optimallaşdırma proseslərinin vacibliyi daha da aşkar olmuşdur. FACTS qurğularının sırasında UPFC –nin elektrik şəbəkəsində optimal idarə olunan zaman sistemin dayanıqlığının artması və onda yaranan nahiyələrarası rəqslərin erkən sönməsi sübuta yetişmişdir [1]. Elektrik sistemlərinə kompensasiyaedici vasitələrin tətbiqi sistemin dinamik və statik sabilliyin yaxşılaşmasına yol verir. Beləliklə sistemin yüklənmə qabiliyyəti artırılır [2]. [3] istinadın da şəbəkənin məhsuldarlığının artmasında FACTS qurğularının təsiri göstərilmişdir. İstehlak tərəfinin müdiriyyətini və DR proqramlarını bir əlverişli enerji mənbəsi kimi nəzərə alaraq, onların diqqətlə araşdırmaları daha önəm kəsb etmişdir. Enerji sektorunda dəyişikliklərin həyata keçirilmələri və elektrik enerjisinin rəqabəti satış bazarlarının yaranması nəticələrində, ənənəvi güc sistemi parçalanıb və onu təşkil edən hissələr, sərbəst aktyorlar şəklində müxtəlif və bəzən təzadlı obyektlərlə meydana çıxmışlar. [4] elektrik şəbəkələrində DR in optimal yeri və tutumu əldə edilə bilər. Burada çox məqsədli funksiya tətbiq olaraq eyni zamanda sistemin əhəmiyyətli göstəricilərinin optimallaşdırılması yerinə yetirilib. [5] Elektrik şəbəkələrində TCSC -nin optimal yeri və tutumu əldə edilmişdir. əldə edilən nəticələrə əsasən sistemin yüklənmə qabiliyyətinin artması və itkilərin azalması sübuta yetişmişdir. [6] genetik təkamül alqoritmindən istifadə etməklə paralel FACTS qurğularının optimal yerləri və tutumları təyin edilmişdir.

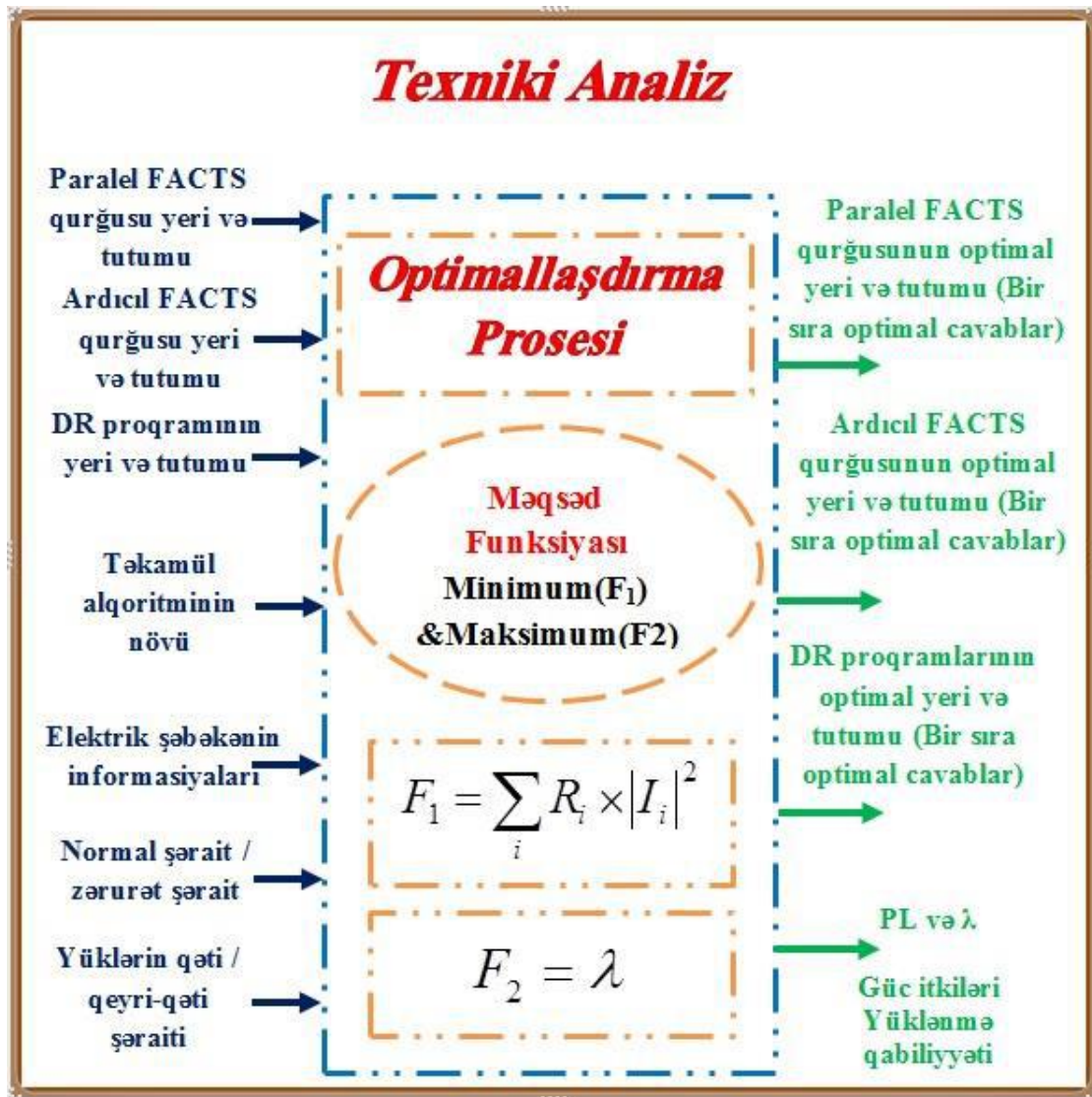
Burada paralel FACTS qurğularının sistemin gərginliyinin statik sabilliyinin yaxşılaşdırılmasında və itkilərin azaltılmasında izah olunub. DR və ardıcıl və paralel FACTS qurğuları birlikdə tətbiq olunaraq texniki nöqtəyi-nəzərdən çox məqsədli funksiyanın yaxşılaşdırılması yerinə yetirilmişdir [7]. Elektrik sistemlərində yüklərin qeyri-qəti şəraitini nəzərə alaraq mövcud problemlərin kompleks həllində DR-nin optimal yerləşdirilməsi həll olunub. Bu məqalədə quraşdırılan optimallaşdırma proseslərində neçə məqsədli funksiyalardan istifadə etməklə elektrik sistemlərində müxtəlif problemlərin kompleks həlli üçün yeni yollar təqdim olunub. Optimallaşdırma prosesləri TLBO və Genetik alqoritmlərdən istifadə etməklə ayrı-ayrı yerinə yetirilib. İki alqoritmdən əldə edilən cavablar müqayisə olunaraq, sistemin operatoruna daha önəmli seçimlər üçün imkan yaradılıb. Optimallaşdırma prosesləri sistemin normal və zərurət şəraitində və yüklərin qəti və qeyri-qəti şəraitini nəzərə alaraq yenidən yerinə yetirilib [8]. [9] elektrik şəbəkələrində yüklərin qeyri-müəyyənliyini nəzərə alaraq sistemin fəvqəladə şəraitində optimallaşdırma məsələləri həll olunmuşdur. Elektrik sistemlərdən iqtisadi və daha effektiv istifadə etmək məqsədilə DR və FACTS qurğularının məhsuldarlığı araşdırılıb [10]. Elektrik şəbəkələrində iqtisadi və texniki kriteriyaları nəzərə alaraq çox-strateji optimallaşdırma prosesləri yerinə yetirilmişdir. Beləliklə, sistemin ən aktual problemlərinin həllinə yeni üsullar təqdim olunmuşdur.

Bu məqalədə elektrik sistemlərində olan aktual problemləri ətraflı şəkildə optimallaşdırma proseslərinə nəzərə alaraq, süni intellekt metodlarından istifadə etməklə bir elastik, güclü və qabiliyyətli çox-yanaşma optimallaşdırma üsulu yaradılıb. həmçinin iqtisadi və texniki nöqtəyi nəzərlərdən dəyərli həlləri əldə et-

mək məqsədi ilə yanaşmaların hər birisi üçün çox strateji proseslər tətbiq olunubdur. DR proqramları və FACTS qurğuları, elektrik sistemində baş verən problemlərin qarşısında sürətlə reaksiya göstərmək qabiliyyətinə malik olaraq, elektrik sistemlərin əsas məsələlərinin eyni zamanda həll edilməsi üçün imkan yaratdıqlarına görə bu işdə tətbiq olunublar. Beləliklə, sistemin səmərəliliyinin artması, iqtisadi məhsuldarlığın yaxşılaşdırılması, ekoloji şəraitin yaxşılaşdırılması, günün-gündən artan elektrik enerjisinin tələbatının optimal təmin olunması, yükün pikinin aşağı düşməsi, itkilərin azaltılması, yeni sistemlərin inşasına görə kapital qoyuluşunu təxirə salması, dinamik davranışın yaxşılaşdırılması, yük ötürmə qabiliyyətinin artması, gərginlik profilinin yaxşılaşdırılması, sistemin təhlükəsizlik haşiyəsinin artması və ehtiyat xərclərinin azaltılması yerinə yetirilibdir.

TEXNİKİ OPTİMALLAŞDIRMA YANAŞMASININ MODELƏŞDİRMƏSİ

Şəkil 1-də nəzərə alınan kompensasiya vasitələrinin hamısı birlikdə tətbiq olduqda, texniki baxımdan optimallaşdırma prosesinin blok sxemi göstərilibdir. Texniki baxımdan optimallaşdırmaq məqsədi ilə kompensasiyaedici vasitələrin növünü, tutumunu və onların tətbiqinə lazım olan kapital qoyuluşunu nəzərə almayaaraq, elektrik şəbəkəsinin itkilərinin minimuma və onların yüklənmə qabiliyyətinin maksimuma çatdırılması yerinə yetirilir. Texniki baxımdan, əldə edilən optimal cavabların bəzisinin ağır xərclər tələb etdiyinə görə əlverişli olmamasına baxmayaraq, bu proseslərin şəbəkəni tam sönmələrdən qorumaq üçün mühüm əhəmiyyəti sübut olunmuşdur.



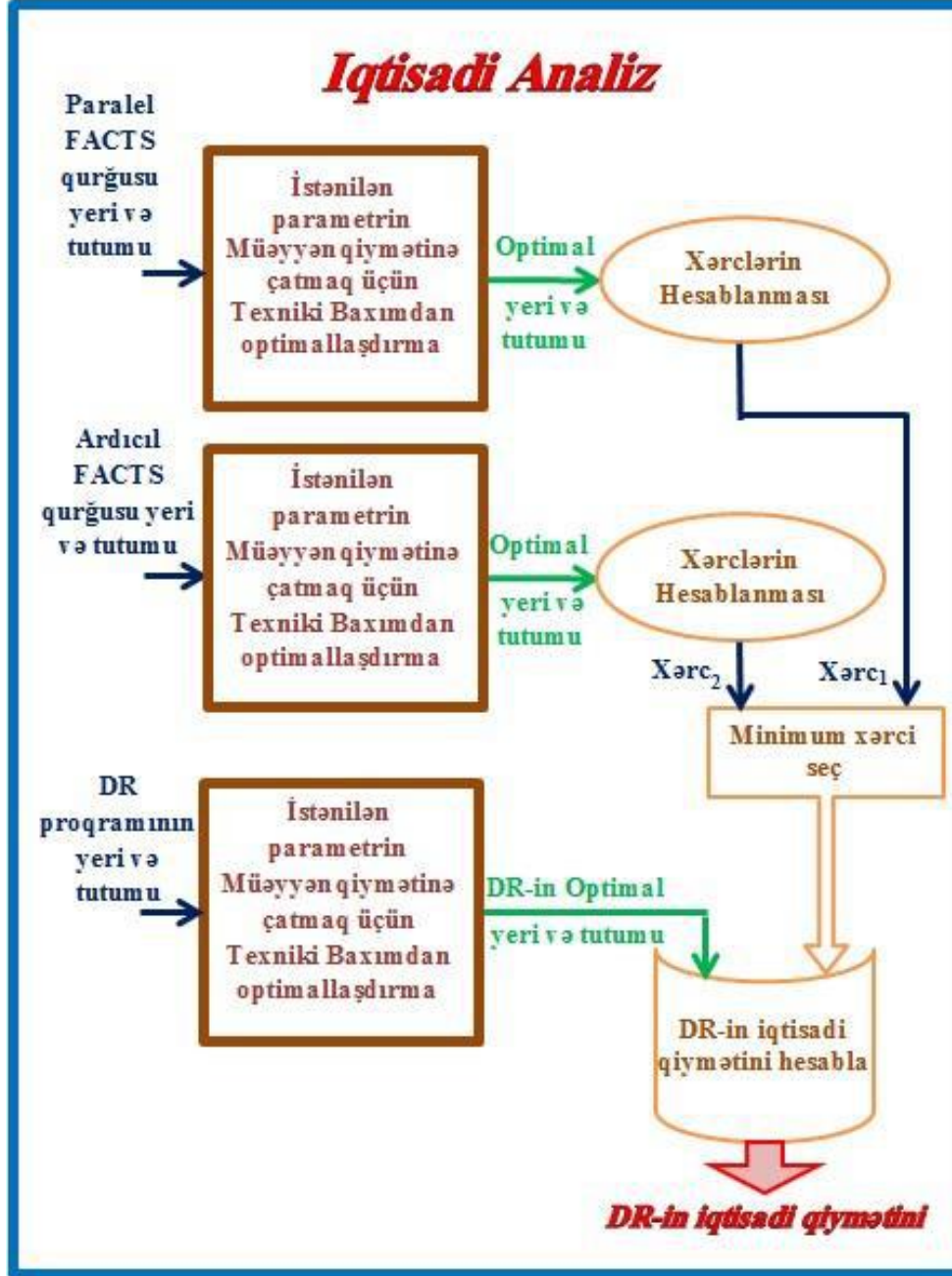
Şəkil 1. Şəbəkənin Texniki baxımdan optimallaşdırma prosesinin blok sxemi

İQTİSADI OPTİMALLAŞDIRMA YANAŞMASININ MODELƏŞDİRMƏSİ

İqtisadi təhlillər, texniki optimallıq şərtlərini ödəyərək yerinə yetirilib. Buna görə də, təqdim olunan ya-

naşma elektrik sistemindən daha səmərəli istifadə etmək imkanını yaradır. Şəkil 2-də iqtisadi analiz prosesini xülasə şəklinə izah olunubdur. İqtisadi təhlil şəkil 2-dəki blok-sxemdə göstərilən kimi aşağıdakı məsələlərə baxılaraq yerinə yetirilibdir:

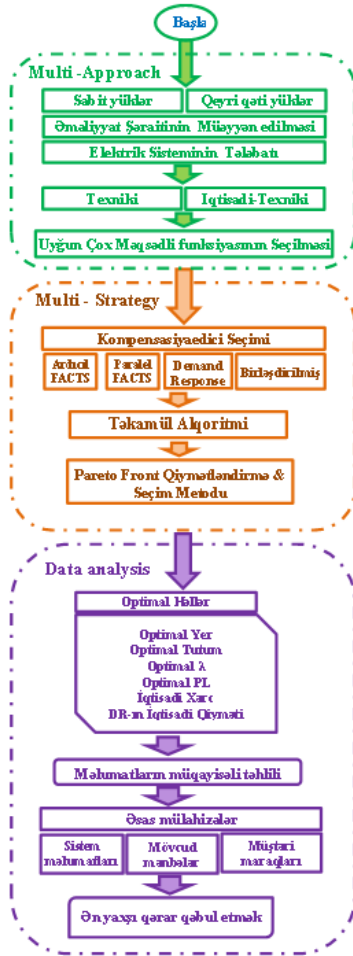
- 1) Operator sistemin şəraitini nəzərə alaraq yaxşılaşması lazım və zəruri olan parametrin müəyyən qiymətini elan edir.
- 2) Növbəti addımda birinci hissədə təqdim olunan texniki optimallaşdırma metodları və proqramlaşdırmalardan istifadə etməklə təyin olunan parametrin, istənilən qiymətini əldə etmək üçün, ayrı-ayrı müxtəlif cihazların optimal qiymətləri və qoşulan yerləri tapılır.
- 3) Daha sonra texniki analizdən əldə edilən optimal cavabların hər birisi üçün lazım olan xərclər hesablanır və beləliklə ən az xərclərlə müvafiq olan cavab seçilir.
- 4) Son mərhələdə, texniki analizdən istifadə etməklə, birinci mərhələdə təyin olunan parametrin istənilən qiymətinə çatmaq üçün, DR proqramının optimal yeri və tutumu tapılır.
- 5) Son mərhələdə üçüncü addımda təyin olunan ən aşağı xərclər üzrə DR-in iqtisadi qiyməti hesablanır.



Şəkil 2. Iqtisadi analizin blok sxemi

Çoxsaylı üsul və vasitələr arasında çoxməqsədli evolyusiya algoritmi optimal həllərin alınması üçün ən əlverişli yanaşmadır. Riyazi nöqtəyi-nəzərdən DR proqramları və FACTS qurğularının optimallaşdırılması çox məqsədli optimallaşdırma obyektidir. Məqsədlər optimal enerji təchizatının qiyməti, istehlakçının

aldığı elektrik enerjisinin minimum dəyəri, minimum güc itkisi, enerji sisteminin təhlükəsizliyinin saxlanması məhdudiyətindən çıxış edərək, həm də DR proqramları və FACTS qurğularının optimal tutum və yerlərindən ibarətdir.



Şəkil 3. Çoxyanaşma optimallaşdırma prosesinin blok sxemi.

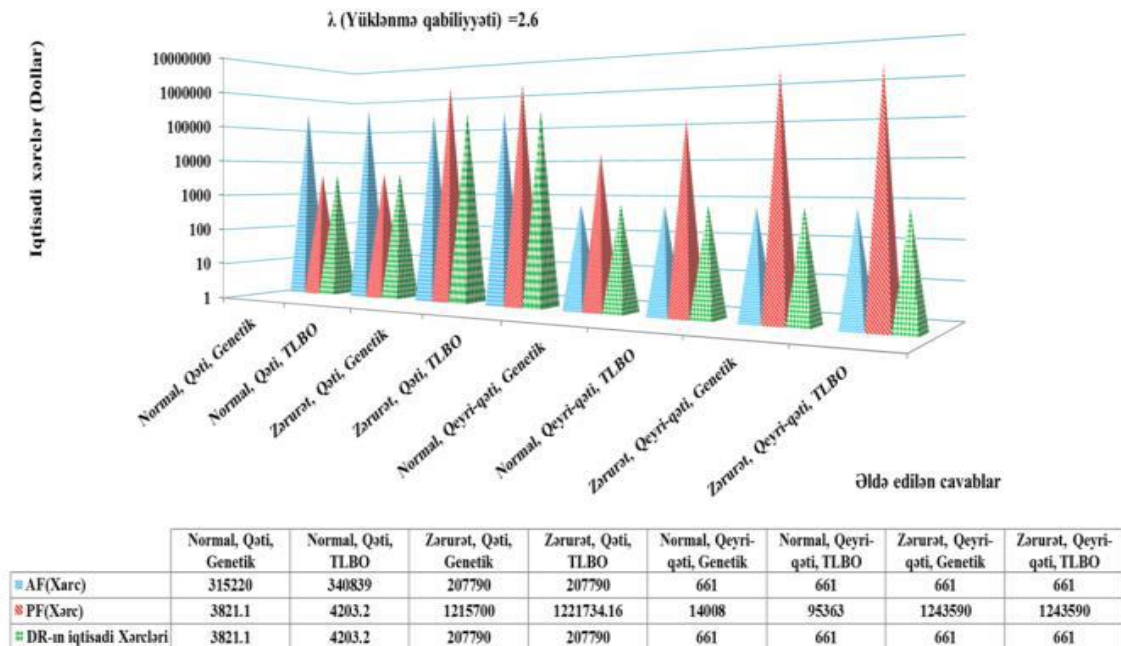
COX YANAŞMA OPTİMALLAŞDIRMA PROSESİNİN MODELƏŞDİRMƏSİ

Mövcud elektrik sistemlərinin maksimum tutumdan istifadə etmək üçün optimallaşdırma məsələlərinin müxtəlif həlli yanaşmaları şəbəkənin istismar şəraitinə uyğun, aşağı yük, pik yük, normal şərait, qəza şəraiti, sabit yüklər və yüklərin qeyri-müəyyənliyi nəzərə alınmaqla təsnif edilmiş, yanaşmaların hər birisi üçün çox strateji optimallaşdırma prosesinin layihəsi təqdim olunmuşdur. Bu şəkildə bir çevik və güclü araşdırma, qiymətləndirmə, proqnozlaşdırma, qərar qəbuletmə və idarəetmə sistemi yaradılmışdır. Şəkil 3-də çoxyanaşma optimallaşdırma prosesinin blok sxemi göstərilibdir.

SİMULYASIYALARIN NƏTİCƏLƏRİ ÜZRƏ MÜQAYİSƏLİ TƏHLİLLƏRDƏN ƏLDƏ EDİLƏN İNFORMASIYALARIN BİR NÜMUNƏSİ

Şəkil 4-də iqtisadi-texniki baxımdan optimallaşdırma proseslərinin çıxışında əldə edilən qraflardan bir nümunə göstərilibdir. Şəkildən göründüyü kimi, operator tərəfindən təyin olan məqsədə nail olmaq üçün, müxtəlif kompensasiya edən vasitələrin xərcləri kəskin fərqli olur. Beləliklə, elektrik sistemini iqtisadi cəhətdən səmərəli istismar etmək və elektrik enerjisini ən aşağı qiymətlə rəqabətli bazara təhvil vermək üçün, qarşıya qoyulan əsas məqsədin praktiki əhəmiyyəti sübuta yetirilibdir.

Şəkil 4-də nəzərə çarpacaq dərəcədə fərqli miqdarları bir qrafda nümayiş etdirib müqayisə etmək üçün loqarifm oxundan istifadə olunubdur.



Şəkil 4. İqtisadi-texniki optimallaşdırma proseslərinin çıxışında əldə edilən qraflardan bir nümunə.

Sistemin müxtəlif şəraitində texniki baxımdan əldə edilən bəzi cavabların çox yüksək məsrəflərə bağlı olması səbəbindən praktikada təcrid olunurlar. Başqa sözlə demək olar ki texniki baxımlardan əldə edilən cavablar iqtisadi nöqteyi-nəzərdən yoxlanmadan praktikada təklif oluna bilməzlər. Həmçinin, sistemin kompensasiya edilməsinin ağır xərclərə bağlı olan bəzi şəraiti böhranlı şərait adına müəyyən edilib və riskləri idarə edən proseslərin tərkibinə daxil edilirlər. Təbii ki, iqtisadi optimallaşdırma proseslərinin sonunda ən ucuz variant seçilir və DR müqavilələrinin qiyməti ona əsasən təyin olunur.

NƏTİCƏ

Mövcud elektrik sistemlərinin maksimum tutumdan istifadə etmək üçün optimallaşdırma məsələlərinin müxtəlif həlli yanaşmaları şəbəkənin istismar şəraitinə uyğun, aşağı yük, pik yük, normal şərait, qəza şəraiti, sabit yüklər və yüklərin qeyri-müəyyənliyini nəzərə alaraq təsnif edilib, yanaşmaların hər birisi üçün çox

strateji optimallaşdırma prosesi layihələndirilərək təqdim olunub. Bu istiqamətdə bir çevik və güclü araşdırma, qiymətləndirmə, proqnozlaşdırma, qərar qəbul etmə və idarəetmə sistemi yaradıldı. Texniki optimallaşdırma yanaşmasında, elektrik sisteminin effektivliyinin artırılması üçün ardıcıl və paralel FACTS qurğularının və tələbatı idarə edən proqramların quraşdırma yerləri və tutumları və onlarla əlaqədar xərcləri məhdud etmədən, çox obyektiv funksiyanın optimallaşdırılması həyata keçirildi. Bu yanaşmada əldə edilən optimal cavablar, itkilərin azalmasını, gərginliyin statik sabilliyinin yaxşılaşmasını və sistemin yüklənmə qabiliyyətinin artmasına zəmanət verirlər. Bu cavablar Pareto Cəbhəsi qiymətləndirmə və seçim metodundan istifadə etməklə sıralanırlar. İqtisadi həlli yanaşmada pik yük şəraitində, sistemin operatoru tərəfindən təyin olunan yüklənmə qiyməti $\lambda=k1$ -ə yaxınlaşmaq üçün ən aşağı xərcə əlaqədar strategiya təyin olaraq, müvafiq optimal cavablar əldə edildi. Müqayisəli təhlillər aparılaraq sistemin operatoruna qərar qəbul etmək üçün əhəmiyyətli məlumatlar verildi.

- [1] A. Kazemi, M.R. Shadmehgaran. Damping inter-area oscillations by UPFC considering effect of inertia coefficient. 8th WSEAS International Conference on power systems (PS) 2008, Santander, Cantabria, Spain, September 23-25, 2008 ISSN: 1790-5117.
- [2] A. Kazemi, M.R. Shadmehgaran. Effects of Active Loads on Damping Inter-Area Oscillations by UPFC. International Journal of Energy (NAUN), 2008 1 Issue 1, vol. 2.
- [3] A.M. Hashimov, N.A. Yusifbeyli, M.R. Shadmehgaran. Impact of UPFC on energy efficiency considering effect of shunt capacitors Institute of Physics of ANAS, Энергетиканын проблемляри, 2012, Number 1 Проблемы энергетики.
- [4] M.R. Shadmehgaran, A.M. Hashimov, N.A. Yusifbeyli. Optimal location and capacity of demand response program do to simultaneously power loss reduction and static voltage stability improvement using genetic algorithm. ICTPE, University of South-East Europe Bucharest, Romania, September 2015 , N 16 Code 01PES10, p. 75-79.
- [5] M.R. Shadmehgaran, A.M. Hashimov, N.A. Yusifbeyli Optimal location of TCSC due to power loss reduction and static voltage stability improvement using genetic algorithm /Institute of Physics of ANAS, Энергетиканын проблемляри 2015 Number 4 , Проблемы энергетики.
- [6] M.R.Shadmehgaran, A.M.Hashimov, N.R. Rahmanov. Optimal location and capacity of parallel facts devices in order to improve voltage static stability and power losses reduction using genetic algorithm. ICTPE Conference 12th International Conference on "Technical and Physical Problems of Electrical Engineering" 7-9 September 2016 University of the Basque Country Bilbao, Spain ICTPE-2016 Number1 Code 01POW07, p. 1-6.
- [7] M.R. Shadmehgaran, A.M. Hashimov, N.R. Rahmanov, O.Z. Kerimov, I.I. Mustafayeva. Technical analysis of demand response program and FACTS devices implementation using multi-objective optimization. IJTPE International Journal on "Technical and Physical Problems of Engineering" 21-29, Iss. 32, vol. 9, No. 3, Sep. 2017 ISSN 2077-3528.
- [8] M.R. Shadmehgaran. Elektrik sistemlərində yüklərin qeyri-qəti şəraitin nəzərə alaraq mövcud problemlərin kompleks həllində dr-nin optimal yerləşdirməsi. Institute of Physics of ANAS, Энергетиканын проблемляри 2019, N 3, Проблемы энергетики.
- [9] M.R. Shadmehgaran. Prevail over power electric system problems by simultaneous optimization of both technical and economical criteria considering load uncertainty. International Journal on "Technical and Physical Problems of Engineering" (IJTPE), Iss. 40, vol. 11, No. 3, Sep. 2019 ISSN 2077-3528 (Serial No: 0040-1103-0919).
- [10] M.R. Shadmehgaran, A.M. Hashimov, N.R. Rahmanov. Productivity Comparison of Different FACTS And DR To Enhance Technical Indicators And Economical Operation Of Grid. Proc. of the 2nd International Conference on Electrical, Communication and Computer Engineering (ICECCE), –Istanbul, Turkey: 14-15 April, 2020, p. 362-367.
- [11] M.R. Shadmehgaran, A.M. Hashimov, N.R. Rahmanov. A Glance at the Effects of System Operating Conditions on both Technical and Economic Multi-Objective Optimization // International Journal on "Technical and Physical Problems of Engineering" (IJTPE), – 2021, vol. 12, p.1-10.

A.M. Hashimov, N.R. Rahmanov, M.M. Shadmegaran, Z.A. Taghiyeva

DESIGN OF MULTIPLE-APPROACH OPTIMIZATION PROBLEMS IN ELECTRIC NETWORKS

To ensure the sustainable development of the modern economy, it is necessary to increase the efficiency of energy systems. In this regard, the optimization of electric systems is important both in terms of providing the foundations of the economy and meeting the growing demand for electric energy. The main purpose changes taking into account the different operating conditions of the network. In this article, different solutions to optimization problems are analyzed in accordance with the operating conditions of the network, low load, peak load, normal conditions, fault conditions, fixed loads and load uncertainty. More over a multi-strategy optimization process is designed and presented for each of the approaches. In this regard, a flexible and powerful research, evaluation, forecasting, decision-making and management system is introduced. The simulations of the proposed optimization processes are performed on the IEEE 30-bus test system using Matlab and PSAT programs.

А.М. Гашимов, Н.Р. Рахманов, М.М. Шадмесгаран, З.А. Тагиева

ВОПРОСЫ ПРОЕЦИРОВАНИЯ ОПТИМИЗАЦИИ МНОЖЕСТВЕННЫХ ПОДХОДОВ В ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЯХ

Повышение эффективности энергетических систем было необходимо для обеспечения устойчивого роста в современной экономике. В этом направлении оптимизация электрических систем важна как с точки зрения обеспечения основ их экономики, так и удовлетворения растущего спроса на электроэнергию. Учитывая различные условия эксплуатации сети, основная цель меняется. В данной статье рассматриваются различные решения вопросов оптимизации в соответствии с условиями эксплуатации сети с учетом неопределенности низких нагрузок, пиковых нагрузок, нормальных условий, аварийных условий, фиксированных нагрузок и груза. Кроме того, для каждого из подходов был внедрен процесс многостратегической оптимизации. В связи с этим внедрена система исследований, оценки, прогнозирования, принятия решений и управления. Моделирование предлагаемых процессов оптимизации было выполнено на 30-узловой системе тестирования IEEE с использованием программного обеспечения Matlab и PSAT.