

DOI: <https://doi.org/10.36719/2789-6919/56/155-159>

**Aytac Allahverdiyeva**

Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti  
dissertant

<https://orcid.org/0000-0001-5147-2233>  
aytac\_adna@mail.ru

## **Modul elektrik stansiyasında intellektual idarəetmə sisteminin tətbiqi və perspektivləri**

### **Xülasə**

Energetika sisteminin inkişafı, qoyulmuş güclər, elektrik enerji istehsalı və istismarı dövlətin iqtisadi inkişafını və əhalinin həyat səviyyəsini göstərir. Energetika sisteminin inkişafı bütün zamanlarda dövlətin milli təhlükəsizliyində mühüm rol oynayır. Elektrik stansiyaları, ötürücü sistemləri, paylayıcı elektrik şəbəkələri, onların avtomatik idarəetmə sistemi, tələbatçıların fasiləsiz enerji ilə təmin olunması mürəkkəb proseslərdir. Bu sistemin digər sənaye sahələrindən fərqi, elektrik stansiyalarının dəyişən rejimdə işləməsidir. Yəni enerji hasilatı, tələbata uyğun hasil edilir. Enerjiyə tələbatın dəyişməsi ilə stansiyalarda hasilat dəyişməlidir. Bunun üçün enerji sistemində tələb olunan balans saxlamaq üçün hal-hazırda Bakı şəhərində və rayonlarda daxiliyanma mühərrikli modul elektrik stansiyaları tikilib istifadəyə verilmişdir. Bu stansiyalar tez işə buraxılır və tez işdən saxlanılır. Ona görə də bu stansiyalardan əsasən enerji sistemində balans saxlamaq üçün istifadə edilir. Dəyişən rejimdə bu stansiyalardan istifadə etmək əlverişlidir. Buna görə də bu stansiyalar son vaxtlar geniş yayılmışdır. Digər tərəfdən, stansiyalarda hasilat dəyişdikdə, elementlərin işinin pozulması, digər elementlərə təsir edir və istehsal prosesi pozulur. Belə hallarda operatorun prosese müdaxilə etməsi, onu lazımı istiqamətə yönəltməsi imkan xaricindədir.

***Açar sözlər:** intellektual idarəetmə sistemi, idarəetmə qurğusu, idarəetmə obyektı, modul elektrik stansiyası*

**Aytaj Allahverdiyeva**

Azerbaijan State Oil and Industry University  
Dissertation

<https://orcid.org/0000-0001-5147-2233>  
aytac\_adna@mail.ru

## **Application and Prospects of Intelligent Control System in Modular Power Plant**

### **Abstract**

The development of the energy system, installed capacities, production and operation of electric energy indicate the economic development of the state and the standard of living of the population. The development of the energy system has always played an important role in the national security of the state. Power plants, transmission systems, distribution power networks, their automatic control system, and uninterrupted energy supply to consumers are complex processes. The difference between this system and other industrial sectors is that power plants operate in a variable mode. That is, energy production is produced according to demand. With changes in energy demand, production at the stations must change. For this reason, in order to maintain the required balance in the energy system, modular power plants with internal combustion engines have been built and put into operation in Baku and the regions. These stations are quickly put into operation and quickly shut down. Therefore, these stations are mainly used to maintain balance in the energy system. It is convenient to use these stations in a variable mode.

Therefore, these stations have recently become widespread. On the other hand, when production at the stations changes, the failure of the elements affects other elements and disrupts the production process. In such cases, it is impossible for the operator to intervene in the process and direct it in the necessary direction.

**Keywords:** *intelligent control system, control unit, control object, modular power plant*

## Giriş

Avtomatik və intellektual idarəetmə sistemi normal və qəza rejimlərində elektrik stansiyasındakı prosesləri idarə edir. Real vəziyyət göstərir ki, modul elektrik stansiyalarında yüksək enerjiyə və minimum yanacaq sərfinə nail olmaq üçün, intellektual idarəetmə sistemlərinin tətbiqi zəruridir. Enerji sisteminin inkişafı, yeni texnologiyaların tətbiqi, texnoloji proseslərdə avomatikanın, intellektual idarəetmə sisteminin, süni intellektin tətbiqini zəruri edir. İntellektual idarəetmə sistemi həyatın bütün sahələrinə daxil olub, buna görə mürəkkəb obyektlərin və proseslərin həll edilməsində iştirak edir. İntellektual sistem anlayışı süni intellektlə və müasir idarəetmə sistemi və avtomatlaşdırma stansiyasında bütün rejimlərdə, enerji istehsalında, ötürülməsində paylanması proseslərinin idarə olunmasının avtomatik idarə edilməsində nəzərdə tutulur. Sistemin avtomatlaşdırılması, enerji istehsalı, ötürülməsi, paylanmasını yerinə yetirən elementlərin normal işini, qənaətli və etibarlı işləməsini, elektrik, istilik enerjisinin keyfiyyət göstəricilərinin normada olmasını təmin edir. Avtomatik və intellektual idarəetmə sistemi normal və qəza rejimlərində elektrik stansiyasındakı prosesləri idarə edir. Real vəziyyət göstərir ki, modul elektrik stansiyalarında yüksək enerjiyə və minimum yanacaq sərfinə nail olmaq üçün, intellektual idarəetmə sistemlərinin tətbiqi zəruridir. Belə idarəetmə sistemləri qeyri-səlis məntiq (Fuzzy logis), maşın öyrənməsi və adaptiv idarəetmə modellərinə əsaslanaraq dəyişən rejimə tez uyğunlaşır, optimal qərarlar qəbul edir və enerji itkisini minimala endirir (Timofeev, 1994; Eliseev, 2000).

## Tədqiqat

Son zamanlar idarəetmə sistemləri olan iki nəzəri elmi fən – avtomatik idarəetmə nəzəriyyəsi və süni intellekt nəzəriyyəsi geniş yayılmışdır. Xarici ölkələrdə tətbiqi intellektual idarəetmə sistemi, onların nəzəriyyəsi geniş yayılmış və bu sistemin sənayedə və qeyri-sənaye sahəsində tətbiq edilməsinə maraq çox artmışdır. 90-cı illərdən başlayaraq, bu mövzu ilə əlaqədar, mindən çox nəşrlər çap olunmuşdur (Iskusstvennyy intellekt, 1997; Teoriya i sistemy upravleniya, 1997). Ekspertlərin fikrincə, alınan nəticələrin tətbiqi və kommersiya istifadəsi yapon firmalarına məxsusdur. Bu yeni istiqamətin nəzəri və tətbiqi məsələləri haqqında bir çox nəşrlərin olmasına baxmayaraq, intellektual idarə, sistemdə gedən proseslər, dayanıqlı texnologiya haqqında eyni fikirlər yoxdur. Klassik avtomatik idarəetmə nəzəriyyəsinə uyğun olaraq hər hansı idarəetmə sistemindən söhbət gedirsə, iki blokun əlaqəsindən gedir: idarəetmə obyektini (İO) və ya idarəetmə qurğusu (İQ).

İO – dedikdə hər hansı texnoloji prosesi yerinə yetirən texnoloji prosesdən söhbət gedir, hansı ki, kənarından xüsusi təşkil olunmuş təsirə ehtiyacı var ki, prosesi effektiv icra etsin.

İdarəetmə qurğusu (İQ) bu formalaşmış obyektin idarə olunmasına təsir edir. Bu bloklar bir-biri ilə sıx əlaqədədir. Ona görə də, bu sistemlər birlikdə avtomatik idarəetmə sistemi adlanır. Avtomatik idarəetmənin müəyyən xüsusiyyətləri vardır: vəzifəsi, çoxlu vəziyyətləri idarəetmə, nəzarəetmə, dayanıqlı və s. Bu xüsusiyyətlər İO-ni xarici mühitə əlaqələndirir. Avtomatik idarəetmənin əsas öyrənilən obyektini tənzimləyiciləridir. Belə sistemin vasitəsilə, operatorun köməyi olmadan müəyyən səviyyədə və ya verilən fiziki kəmiyyətlərin hüdudunda məsələ həll olunur. İO tənzimləyicidən və tənzimləmə obyektindən ibarət olub, avtomatik tənzim sistemi yaradır (ATS). ATS-in problemi onun dayanıqlığıdır.

Hesablama maşınlarının yaranması, idarəetmə nəzəriyyəsinin inkişafına böyük təsir göstərdi. Tezliklə məlum oldu ki, EHM (Elektron Hesablama Maşını) məlumatları universal çevirir. EHM bu sistemdə məlumatları işləyir, hansı ki, bunu əvvəllər operator-adam yerinə yetirirdi. Tədqiqatlar nəticəsində, birinci nəticələr alındı, hansı ki, maşın proqramlarının yaranması ilə əlaqədar idi (Korshunov, 1987; Makarenko, 2009; Timofeev və Yushkov, 1994). Beləliklə, elmi istiqamətdə yeni istiqamət yarandı, sonradan bunu “süni intellekt” adlandırırlar. Süni intellektin əsas tətbiq sahəsi,

problemlə sahələr haqqında biliklərdən istifadə edib, məsələləri həll edib, formalaşdırıb, intellektual idarə sisteminin konsepsiyasını formalaşdırmaq.

Son illər süni intellekt elmi istiqaməti haqqında aktiv tədqiqatlar gedir. Bu tədqiqatlar birləşmiş şəkildə “çox agentli sistem” adlanır (Budushchee iskusstvennogo intellekta, 1991). “Agent” ifadəsi o deməkdir ki, hər hansı canlı bir əşya, hər hansı bir yerdədir və hadisələr haqda (xarici vəziyyətdə) agent məlumat alır və həmin sahəyə uyğun təsiri formalaşdırır. Nəzəri cəhətdən çoxagentli sistemin əsas məsələsi, agentlər arasında arxitektura yaratmaq, bir çox agentlər arasında və ayrı-ayrı agentlər və mühit arasında əlaqə yaratmaqdır.

İntellektual idarəetmə nəzəriyyəsi yeni perspektiv və tez inkişaf edən elm sahəsidir. Tətbiqi intellektual idarəetmə sistemi durmadan genişlənir. İnkişaf etmiş ölkələrdə intellektual idarəetmə sisteminə qoyulan kapital qoruyucusu milyard dollardır. Tədqiqatların intensivliyi və material xərcləri bazarın tələbinə əsaslanır. İntellektual sistem anlayışı süni intellektlə (Sİ) və müasir idarəetmə nəzəriyyəsi ilə sıx bağlıdır (Tel'nov, 2002; Gorodishchev, 1996). (Sİ) keçən əsrin 50-ci illərindən başlayaraq, hesablama texnikası, informasiya və kibernetika elmləri ilə əlaqədar çox geniş yayılmağa başladı. Sİ-in inkişafının müxtəlif mərhələlərində tədqiqatçılar müxtəlif istiqamətlər təklif etdilər. Akademik Q.S.Pospelov “Süni intellekt yeni informasiya texnologiyasının əsasıdır” kitabında yazır. Süni intellekt dedikdə, ağıllı, insanın dediklərini, maşın getməsinə məcbur edən elm başa düşülür (Gromov və b., 2013; Tsanev, 2002; Zakharov, 1996). Fəlsəfə və psixologiya elmindən fərqli olaraq süni intellektin tədqiqatları və texniki sistemin araşdırılması sadəcə başa düşməyə yox, intellektual sistemin qurulmasına əsaslanıb.

Qeyd etmək lazımdır ki, müasir Sİ, intellektual sistemin əsasında yaradılmışdır. Uzun illər boyu texnologiya bir çox tədqiqatçıların əməyi nəticəsində hazırlanmışdır. Elektrik stansiyalarının istismarında yüksək enerji hasilatına və minimum yanacaq sərfi əldə etmək üçün intellektual idarəetmə sisteminin tətbiqi zəruridir. Bu halda stansiyanın texniki-iqtisadi göstəricilər arta bilər və gələcəkdə elektrik stansiyalarının rəqəmsallaşdırılması və ağıllı enerji şəbəkələri ilə birləşməsi mühim nəticələr verir.

Aşağıda fuzzy logic əsaslı modul stansiyanın idarəetmə sisteminin MATLAB/Simulink mühitində qurulmuş modeli təqdim olunur. Simulink, real vaxt proseslərini qrafik bloklar vasitəsilə modelləşdirmək və simulyasiya etmək üçün çox funksiyalı bir mühitdir. Modul elektrik stansiyası üçün hazırlanan model fuzzy logic əsaslı qərar qəbulətmə modulu ilə yanaşı sensor girişləri, tənzimləyici bloklar və çıxış analiz komponentlərini birləşdirir.

Simulink modelində aşağıdakı əsas komponentlər mövcuddur:

1. *Input Sources (Girişlər)*: - Mühərrik yüklənməsi və qaz temperaturunu təmsil edən dəyişənlər real sensor məlumatlarını əks etdirir; - Bu dəyərlər Simulink-in Constant və Sine Wave blokları ilə modelləşdirilə bilər.

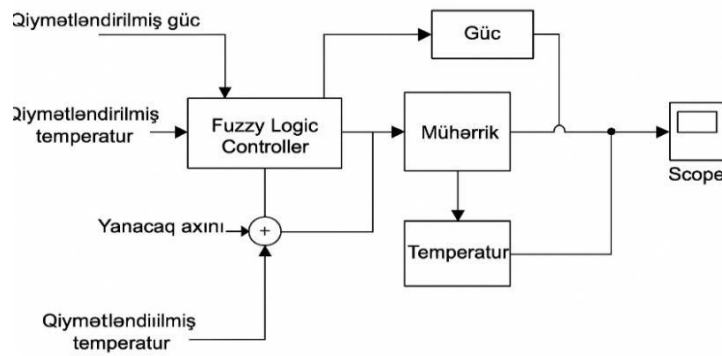
2. *Fuzzy Logic Controller (Qeyri-səlis)*: - MATLAB-da yaradılmış və fis formatında saxlanmış fuzzy idarəetmə sistemi bu blok vasitəsilə istifadə olunur; - Simulink-də “Fuzzy Logic Controller” bloku vasitəsilə sistemə daxil edilir.

3. *Calculation Blocks*: - Gain, Sum və Function blokları ilə fuzzy çıxış siqnalları real sistem parametrləri ilə uyğunlaşdırılır və tənzimlənir.

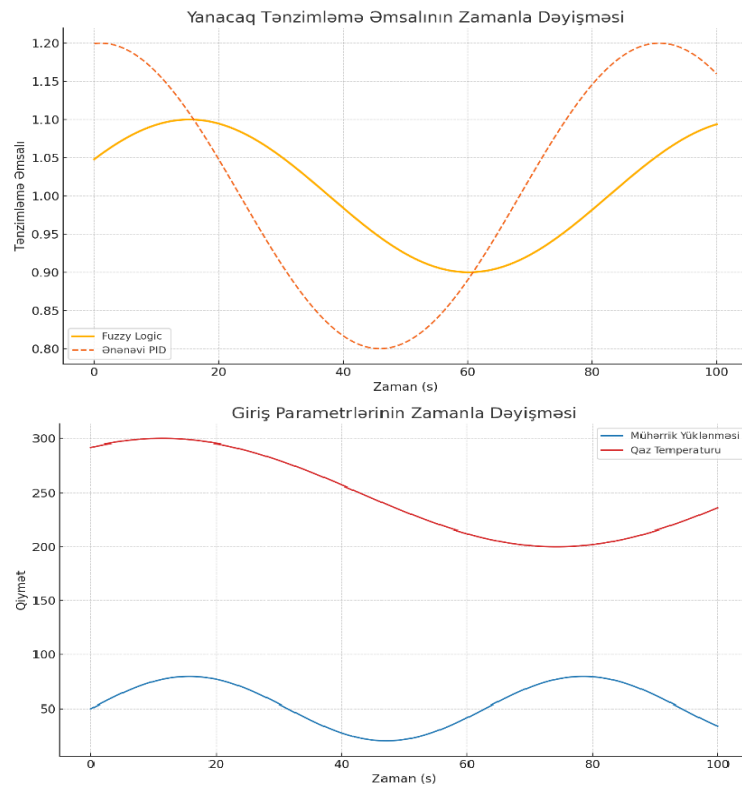
4. *Visualization (Scope və Display)*: - Sistemin reaksiya davranışı və nəticələri Scope bloklarında vizuallaşdırılır; - Yanacaq tənzimləmə əmsalının dəyişimi, temperatur və yüklənmə səviyyələri real zamanlı qrafiklər vasitəsilə müşahidə edilir.

5. *Output Processing*: - Fuzzy controller-dən çıxan siqnal digər subsistemlərə ötürülür (məsələn, qaz tənzimləyici valf, istilik balans modulu və s.).

### Modul elektrik stansiyanın tam Simulink modeli



Simulyasiya nəticələrinin daha dolğun təhlili üçün MATLAB proqramında alınmış nəticələr əsasında vizual qrafiklər qurulmuşdur. Bu qrafiklər sistemin mühərrik yüklənməsi, qaz temperaturu və yanacaq tənzimləmə əmsalına reaksiyasını əyani şəkildə göstərir və fuzzy logic əsaslı idarəetmənin ənənəvi metodlardan üstünlüyünü nümayiş etdirir.



1. *Yanacaq Tənzimləmə Əmsalının Zamanla Dəyişməsi:* - Bu qrafik fuzzy controller tərəfindən idarə olunan yanacaq əmsalının zamanla necə dəyişdiyini göstərir; - Öyridə görünür ki, sistem sabit şəraitdə düzxətli, dəyişkən şəraitdə isə çevik reaksiyalar verir.

2. *Mühərrik Yüklənməsi və Qaz Temperaturunun Zamanla Dəyişməsi:* - Giriş siqnalları kimi qəbul edilən yüklənmə və temperatur dəyərlərinin dinamikası göstərilir; - Bu qrafiklər sistemin hansı şəraitlərə cavab verdiyini təhlil etməyə kömək edir.

3. *Ənənəvi və Fuzzy İdarəetmə Qrafiklərinin Müqayisəsi:* - Fuzzy logic idarəetmə sistemi ilə PID əsaslı idarəetmə sistemi eyni şəraitdə qarşılaşdırılmışdır; - Qrafiklərdən aydın olur ki, fuzzy sistem daha az oscillasiya və daha tez stabilləşmə təmin edir.

4. *Enerji Sərfiyyatının Azaldılması:* - Yanacaq sərfiyyatına dair nəticələr müqayisə edilərək göstərilmişdir; - Fuzzy idarəetmə sayəsində təqribən 15-20% enerji qənaəti müşahidə olunmuşdur.

Bu qrafiklər MATLAB-də plot, subplot, title, legend, grid on funksiyalarından istifadə etməklə qurulmuşdur və hər biri təcrübə ssenarilərinə uyğun olaraq əldə olunmuş simulyasiya nəticələrinə əsaslanır. Qrafik analizlərin nəticələri göstərir ki, fuzzy logic əsaslı idarəetmə modelləri modul elektrik stansiyalarında optimal nəticələr təqdim edir. Aşağıda təqdim olunan cədvəl fuzzy logic və ənənəvi idarəetmə metodları əsasında aparılmış simulyasiya nəticələrinin müqayisəsini göstərir. Cədvəldə mühərrik yüklənməsi və qaz temperaturunun müxtəlif səviyyələrində alınan yanacaq tənzimləmə əmsalları və enerji sərfiyyatı təqdim olunmuşdur.

### Simulyasiya nəticələrinin müqayisəsi

Ssenari №	Mühərrik Yüklənməsi (%)	Qaz Temperaturu (°C)	Fuzzy Logic Əmsali	Ənənəvi PID Əmsali	Enerji Qənaəti (%)
1	30	200	0.89	0.97	8.2
2	50	250	0.96	1.05	8.6
3	70	300	1.02	1.18	13.6
4	90	350	1.08	1.26	14.3
5	100	400	1.12	1.30	13.8

### Nəticə

1. Enerji sisteminin inkişafı, stansiyada intellektual idarəetmə sisteminin tətbiqini zəruri edir.
2. İntellektual idarəetmə sistemi stansiyada bütün rejimlərə proseslərin avtomatik idarə edilməsində iştirak edir.
3. Modul elektrik stansiyalarda yüksək enerji hasilatında və minimum yanacaq sərfinə nail olmaq üçün, intellektual idarəetmə sistemlərinin tətbiqi vacibdir.
4. Bu sistemlər idarəetmə modellərinə əsaslanaraq, dəyişən rejimə tez uyğunlaşır.
5. Enerji istehsalında intellektual idarəetmənin tətbiqi nəticəsində texniki xidmətlər optimallaşar, nasazlıqlar və təmir xərcləri azalar.
6. Əldə edilən nəticələr, gələcəkdə elektrik enerjisinin istehsalı və paylanması sahəsində innovativ texnologiyaların inkişafına və tətbiqinə yol açacaqdır.

### Ədəbiyyat

1. *Budushchee iskusstvennogo intellekta*. (1991). Pod red. K.E. Levitina i O.A. Popova. Nauka.
2. Eliseev, Yu.S. (2000). *Teoriya i proektirovanie gazoturbinnnykh i kombinirovannykh ustanovok*. Izd-vo MGTU im. I. Eh. Bauman.
3. Gorodishchev, V.N. (1996). Intellektual'nye sistemy: sovremennoe sostoyanie issledovaniya iskusstvennogo intellekta i perspektivy primeneniya. *Novosti, 1*.
4. Gromov, Yu.Y.Yu., Ivanova, O.G. və Alekseev, V.V. (2013). *Intellektual'nye informatsionnye sistemy i tekhnologii: uchebnoe posobie*. Izd-vo FGBOU VPO «TGTU».
5. *Iskusstvennyi intellect*. (1990). Spravochnik v 3 kn. Kn.1: Sistemy obshcheniya i ehkspertnye sistemy. Pod. Eh.V. Popova. Radio i svyaz'.
6. Korshunov, Yu.M. (1987). *Matematicheskie osnovy kibernetiki: uchebnoe posobie dlya vuzov*. Ehnergoatomizdat.
7. Makarenko, S.I. (2009). *Intellektual'nye informatsionnye sistemy: uchebnoe posobie*. SF MGTU.
8. Tsanev, S.V. (2002). *Gazoturbinnnye i parogazovye ustanovki teplovykh ehlektrstantsii*. Izd-vo MEHI.
9. Timofeev, A.V. və Yushkov, A.M. (1994). Intellektual'nye sistemy avtomaticheskogo upravleniya. *Izv. RAN, Tekhnicheskaya kibernetika, 5*.
10. Tel'nov, Yu.F. (2002). *Intellektual'nye informatsionnye sistemy: uchebnoe posobie*. Moskovskii mezhdunarodnyi institut ehkonometriki, informatiki, finansov i prava.
11. Teoriya i sistemy upravleniya. (1997). *Izvestiya Akademii Nauk, 3*, 138–145.
12. Zakharov, V.N. (1996). Intelligent systems of control of apparatuses for artificial ventilation of the lungs. Principles of construction. *Computer and System Sciences International, 35(1)*.

Daxil oldu: 01.12.2025

Qəbul edildi: 05.03.2026