

UOT 330.818:336.201 (479.24)

Nüvə energetikası: ekoloji-iqtisadi dəyərləndirmələr və inkışaf perspektivləri



Hacızadə Elşən Mahmud oğlu*
iqtisad elmləri doktoru, prof.



Hüseyinov Faiq Nurəddin oğlu**
kimya elmləri üzrə fəlsəfə doktoru

Xülasə

Tədqiqatın məqsədini müasir qloballaşma şəraitində nüvə energetikasının özəlliklərinin texniki-texnoloji, ekoloji-iqtisadi göstəricilərinin dəyərləndirilməsi və milli energetikanın inkışafında bu enerji seqmentindən istifadə perspektivliyinin mühüm cəhətlərinin analitik təqdimatı təşkil edir.

Tədqiqatın metodologiyası təhlilin amilli, qiymətləndirmə və statistik metodlarına əsaslanır.

Tədqiqatın nəticələri qloballaşma şəraitində nüvə energetikasının təhlükəsizlik aspektlərinin texniki-texnoloji və ekoloji-iqtisadi kontekstdə dəyərləndirilməsi və milli enerji təhlükəsizliyinin təminatı mənbələrinin şaxələndirilməsi istiqamətində ondan səmərəli istifadənin perspektivliyinin əsaslandırılması tədqiqatlarından ibarətdir.

Tədqiqatın məhdudiyyətləri sırasında əsasən mövzu predmetinin informasiya bazasının, iqtisadi və statistik göstəricilər sisteminin məhdud və konfidensial xarakterliyi önə çəkilir.

Tədqiqatın praktiki əhəmiyyəti – milli enerji təhlükəsizliyinin təminatı istiqamətində nüvə energetikasına keçidin konseptual əsaslarının qiymətləndirilməsində elmi mənbə kimi istifadə imkanı.

*Azərbaycan Dövlət İqtisad Universiteti. AZ 1001, Bakı şəhəri, İstiqlaliyyət küçəsi, 6.
elshan@hajizadeh.com

**Bakı Dövlət Universiteti. AZ 1148, Bakı şəhəri, Akademik Zahid Xəlilov küçəsi, 23.
f.n.huseynov@gmail.com

Tədqiqatın orijinallığı və elmi yeniliyi – qlobal çağırışlardan irəli gələrək, ilk dəfə milli energetikanın inkişafında nüvə enerjisindən istifadə perspektivliyi texniki-texnoloji və ekoloji-iqtisadi aspektdə təhlil edilmiş və qiymətləndirilmişdir.

Açar sözlər: *iqtisadi siyasət, nüvə energetikası, enerji təhlükəsizliyi, vergiqoyma, Azərbaycan iqtisadiyyatı.*

1. Giriş

Qlobal enerji balansında müasir mərhələdə baş verən pozitiv dəyişikliklər dünya energetikasının yeni inkişaf mərhələsinə daxil olduğunu göstərir. İnkişaf etmiş yüksək enerjitutumlu industrial dövlətlər dərinləşən bu balans dəyişikliklərinə müvafiq olaraq energetika siyasətlərində əsaslı korrektələr edirlər. Hətta nəhəng neft-qaz ehtiyatlarına malik OPEK ölkələri belə, bu məsələdə aktivlik göstərirlər.

Formalaşan yeni reallıqlar yetərli neft-qaz ehtiyatlarına malik olan respublikamızda da belə bir strategiyaya keçid məqamının yaxınlaşdığını əsaslandırır. Belə ki, Azərbaycanda enerji istehsalı əsasən karbohidrogen yanacağından istifadə əsasında inkişaf edir. Karbohidrogen ehtiyatları tükənən olduğundan, təbii ki, bu proses sonsuz ola bilməz. Dərk edilən bu aydın həqiqət hazırkı miqyaslı karbohidrogen ehtiyatlarına istinadən ölkədə milli neft fondunun (*Azərbaycan Respublikasının Dövlət Neft Fondunun - ARDNF*) təsisini şərtləndirmişdir [1. 8, 26]. ARDNF-nin əsas vəzifəsi respublikamızın vətəndaşlarının bugünkü və gələcək nəsillərinin mənafeyi naminə neft və qaz ehtiyatlarının kəşfiyyatı və işlənməsi sahəsində bağlanmış sazişlərin həyata keçirilməsinin və fondun öz fəaliyyəti nəticəsində əldə olunan valyuta və digər vəsaitlərin yığılmasını və səmərəli idarə olunmasını təmin etməkdir. Bununla belə, bir mühüm cəhət də yaddan çıxarılmamalıdır ki, dünya iqtisadiyyatı enerjitutumludur və onun gələcəyini də bu qaynaqdan kənar təsəvvür etmək çətindir. Eynilə inkişaf edən Azərbaycan iqtisadiyyatı da perspektivdə daim enerji tələbli olacaqdır. Ona görə də müasir neft kapitalının yetərli bir hissəsinin respublikanın fasiləsiz enerji təminatçısına çevrilən yeni enerji mənbələrinin inşasına səfərbər edilməsinə zərurət yaranır. Bundan irəli gələrək, Azərbaycan Respublikasının Prezidenti İlham Əliyevin 21 oktyabr 2004-cü il tarixli sərəncamına əsasən, “Azərbaycanda alternativ və bərpa olunan enerji resurslarından istifadə olunması üzrə Dövlət Proqramı” həyata keçirilir. Artıq bu sahədə müvafiq dövlət təsisatı yaradılmış, Qobustan rayonunda 5 MVt gücündə hibrid tipli günəş-külək elektrik stansiyası, ölçü müşahidə-nəzarət stansiyası və təlim-tədris mərkəzi tikilib istismara verilmişdir. Ölkənin digər regionlarındakı (*Sumqayıt, Abşeron, Bakı və s.*) alternativ enerji mənbələrindən istifadə edilməsi layihələri həyata keçirilir və bu layihələrin gələcəkdə daha da geniş vüsət alacağı gözlənilir [21].

Hazırda nüvə energetikasıdan istifadə ilə bağlı da ölkəmizdə elmi araşdırmalar

aparılır, tədqiqat nüvə reaktorunun layihələndirilməsi, müvafiq elmi-tədqiqat mərkəzinin yaradılması işləri yerinə yetirilir. Göründüyü kimi nüvə enerjisindən istifadə məsələsi ölkəmizdə də aktual səciyyə daşıyır və onun gələcək strateji məqsədlərində yer alır. Bunları əsas götürərək, məqalədə müasir qloballaşma şəraitində nüvə energetikasının özəlliklərinin texniki-texnoloji, ekoloji-iqtisadi dəyərləndirilməsi və milli energetikanın inkişafında bu enerji seqmentindən istifadənin perspektivliyinin mühüm cəhətlərinin analitik təqdimatı məqsəd olaraq qarşıya qoyulmuşdur.

2. Elektrik enerjisi istehsalı: texniki və iqtisadi parametrlər

Alovun energetik gücünün aşkarlanması bəşər sivilizasiyasının bənzərsiz nailiyyətlərindən biri olmuşdur. Elə bu gün də qida, su, hava və torpaqla yanaşı, energetik qaynaq da insanlar üçün başlıca yaşayış zərurətlərindəndir. Energetik sivilizasiyanın ilk çağlarında dünya yanacaq balansında uzun illər - tam XIX əsrə qədər əsas məhsul kimi oduncaq çıxış etmişdir. Bununla belə, min illər öncə neftdən də müvafiq məqsədlər üçün istifadə olunduğu bəlli idi. Ötən iki əsr ərzində dağ-mədən sənayesində, metallurgiyada və digər sənaye sahələrində vüsətlənən istehsal meyilləri daş kömürdən istifadəyə əsaslı keçidə rəvac verdi. Yüksəliş tapan elmi-texniki tərəqqi, daxiliyanma mühərriklərinin və həmçinin enerjitutumlu sənaye komplekslərinin yaranışı öz növbəsində neft erasının təşəkkülünə gətirdi. Neftin sənaye tətbiqi texniki-iqtisadi səmərələrlə müşayiət edilirdi. Bu isə öz növbəsində, neftin kəşfiyyat və hasilatını sürətləndirirdi. Daha dinamik sürət XX əsrdə təşəkkül tapdı. Statistik məlumatlara görə, 1910-cu ilin dünya yanacaq-enerji balansında daş kömür 65%, oduncaq 16%, bitki və heyvan mənşəli tullantılardan istifadə 16% idisə, bu pay neft üzrə cəmi 3% təşkil etmişdi. Balansda təbii qaz, demək olar ki, yox idi. XX əsrin 30-cu illərində vəziyyət bir qədər dəyişdi. Bu balansda daş kömürün payı 55%-ə endi, neftin payı 15%-ə, təbii qazın payı isə 3%-ə qalxdı. 1965-ci ildə dünya yanacaq-enerji balansına yeni güc - nüvə enerjisi daxil oldu. Hazırda qlobal yanacaq-energetika balansında nüvə energetikası 6-7% həddindədir [22, 23].

Hər il dünyada 110-120 milyard kVts elektrik enerjisinə ekvivalent 15-16 milyard ton şərti yanacaq müxtəlif növ enerji növlərinə çevrilir. Hazırda dünyada 21876 milyard kVts elektrik enerjisi istehsal olunur. Bu balansda karbohidrogen əsaslı resurslar yarıdan çox paya malikdir. Bununla belə, dünya əhalisinin 1/3-nin elektrik enerjisinə çıxışı tamam yox, digər 1/3-nin isə məhdud şəkildədir. Əlbəttə, məhdudiyətlər hər il azalmağa meyillidir. Digər tərəfdən isə tələb yüksəlişləri mövcuddur. Proqnozlara görə, 2050-ci ildə elektrik enerjisinə olan tələbat 3 dəfə artacaqdır. Lakin istehsal artımı 2 dəfədən çox olmayacaqdır [22].

Elektrik enerjisi istehsalında əsasən ənənəvi istilik və su elektrik stansiyalarından geniş istifadə olunur:

1. İstilik Elektrik Stansiyalarında - (İES) karbohidrogenlərin yandırılması nəticəsində alınan istilik enerjisi vasitəsilə su qızdırılmış istilikdaşıyıcıya (*buxara*) çevrilir, o isə öz növbəsində enerjini elektrik cərəyanı generatorunun rotorunu hərəkətə gətirən turbinə verir və elektrik enerjisi istehsal olunur. İstilik elektrik stansiyalarının 60%-i daş kömürlə işləyir ki, bu göstərici CAR-da 100%, Avstraliyada 75%, Almaniya və ABŞ-da isə 50%-dən çoxdur. Son illərdə istilik elektrik stansiyalarında qaz resurslarından istifadə genişlənməkdədir.

2. Su Elektrik Stansiyalarında - (SES) xüsusi təyinatlı böyük diametrlı borular vasitəsilə sürətlə axan suyun turbinə hərəkətə gətirməsi nəticəsində elektrik enerjisi istehsal edilir. Dünyada ən iri SES Çində Yansızi çayı üzərində inşa edilmişdir. Bu stansiyanın gücü 22,4 min MVt-dir. Parana çayı üzərində (*Braziliya - Paraqvay*) olan «İtaypu» SES-in gücü isə 18 min MVt-dir [3, 22, 23, 28].

Yeni enerji alternativlərinin palitrası isə geniş spektrlidir. Burada hazırda ənənəvi enerji mənbələri ilə (*biokütlə, oduncaq, neft, qaz, daş kömür, yanar şist, torf, nüvə*) yanaşı, yeni enerji alternativləri (*günəş, külək, geotermal, hidrogen, dalğaların, dənizlərin qabarma və çəkilməsi enerjisi*) də yer alır. Lakin enerji istehsalının optimaallaşdırılması istiqamətində geniş miqyaslı elmi-tədqiqat işlərinin aparılmasına baxmayaraq, energetikanın yeni inkişaf mərhələsində təbii enerji resurslarının payı yenə də yüksək olaraq qalmaqdadır. Hazırda dünya energetikasında əsas yeri üzvi yanacaq ilə işləyən İES-lər tutur. Elektrik enerjisi istehsalında onların payı təqribən 60%-dən çox, SES-lərin payı 20%, atom elektrik stansiyalarının (*AES*) payı isə 16% həcmindədir. [13, 17, 28].

Bütün bunlarla yanaşı, hazırda tədqiqatlar bərpa olunan enerji mənbələrindən səmərəli istifadə perspektivliyinə yönəlmişdir. Lakin müvafiq istiqamətdə texnoloji, rentabellilik və sair bu kimi bir sıra spesifik problemlər hələ də qalmaqdadır. Belə ki, çaylar və termal enerji mənbələri planetin fasiləsiz enerji təminatına o qədər də adekvat deyildir. Bir sıra mülahizələrə görə artan su anbarları yer kürəsinin hərəkət ritminə təsirir göstərərək planetar təhlükə yaradır. Külək enerjisinin (*külək vasitəsilə pər rotoru hərəkətə gətirərək elektrik cərəyanınının yaranmasına səbəb olur*) ənənəvi enerji mənbələrinə nisbətə coğrafi, güc və iqtisadi rəqabətqabiliyyətliliyi, hələ ki, üstünlük ala bilmir. Günəş enerjisi (*Günəş enerjisinin fotoelementlər vasitəsilə birbaşa elektrik enerjisinə çevrilməsi*) ilə bağlı da hələ ki, çoxsaylı problemlər mövcuddur.

Bir cəhəti də xüsusi olaraq vurğulamaq lazımdır ki, nəqliyyatla təsərrüfat həyatının digər sahələrinin energetik istehlak payı yetərli fərqlidir. Belə ki, bütün avtomobillər elektrik stansiyalarında istehsal olunan enerjiden 2 dəfə çox resurs istehlak edir. Hidrogendən (*H*) yanacaq kimi istifadə edilməsi də prioritet məsələdir. Məlumdur ki, hidrogen kainatda ən geniş yayılmış maddədir. Planetdə intəhasız həcmdə yayılmış su (*H₂O*) molekulunu parçalamaqla hidrogen almaq olar. Eyni zamanda, metanın (*CH₄*) parçalanmasından da hidrogen əldə edilir. Lakin hər iki halda proses

enerjitutumlu olduğundan, geniş sənaye istehsalında yerini tapmamışdır. [6, s. 235-244].

Alternativ enerji mənbələrinin axtarışı və ram edilməsi ilə yanaşı, mövcud resursların səmərəli istifadəsi və istismarı sahəsində də tədqiqatlar davam etdirilir. Son zamanlar neft və qazın alternativ kimi, ekoloji baxımdan üstün hesab edilən etanoldan geniş istifadə edilir. Etanol adı şərab spirtidir (C_2H_5OH). Onu istənilən şəkər tutumlu xammaldan - şəkər qamışı və çuğunduru, oduncaq, qarğıdalı, buğda, arpa və digər bu kimi bitkilərdən almaq mümkündür. Bir ton qarğıdalıdan 400 litrdən artıq etanol alınır. Hazırda dünyanın bir çox ölkələrində etanol istehsalı avtomobil yanacağı sferasına daxil olmuş və proses yeni hibrid yanacaq avtomobillər nəsliyə ərsəyə gətirmişdir. Bu məqsədlə dünyada, əsasən də, nəhəng şəkər qamışı plantasiyaları olan Cənubi Amerika ölkələrində minlərlə xüsusi etanol satışı ilə məşğul olan yanacaq doldurma məntəqələri fəaliyyət göstərir (məs., *Braziliyada avtomobillərin təqribən 40%-i etanolla işləyir*) [2, 22, 28]. Lakin yeyinti məhsullarından yanacaq kimi istifadə edilməsinin dünyada ərzaq qıtlığına səbəb ola biləcəyi ehtimalının mövcudluğundan mütəxəssislər bu məsələyə ehtiyatla yanaşırlar.

Analitik şərh verilən bu perspektiv enerji alternativləri göstərir ki, bəşər sivilizasiyasının enerji təhlükəsizliyi heç də ümitsiz deyildir və bu istiqamətdə elmi tədqiqatlar daha geniş vüsət alır, miqyaslı investisiya layihələri həyata keçirilir. Dünya energetikasının aparıcı dövlətləri əlverişli və rentabelli enerji növü olaraq nüvə enerjisindən istifadəni optimallaşdırır və investisiyaların önəmli hissəsi problemin ən səmərəli elmi həllinə yönəldilir.

3. Nüvə energetikası: reallıqlar və perspektivlər

Nüvə enerjisi bir çox ölkələrin energetik balansının əsas hissəsini təşkil edir. Belə ki, hazırda Fransada elektrik enerjisi istehsalında, demək olar ki, neftdən istifadə olunmur. Burada AES-lər ölkə elektrik enerjisinin 77,7%-ni verir. Enerji istehsalında AES-lərin pay əhəmiyyətinə görə Ukrayna (45%), Almaniya (32%), Yaponiya (25%), İngiltərə (23,7%), ABŞ (19,3%) və Rusiya (16,5%) fərqlənirlər. Yeni irəliləyiş templəri əldə edən Çin Xalq Respublikasında isə bu pay hələlik 2,2% təşkil edir [22, 24, 29].

İlk nüvə reaktoru Enriko Ferminin (1901-1954) rəhbərliyi ilə 1942-ci ildə Çikaqoda yaradılmışdır. İtaliyadan ABŞ-a mühacirət edən E.Fermi ilk uran-qrafit tipli nüvə reaktorunu inşa etmiş (45 ton təbii urandan və 450 ton qrafitdən ibarət) və onda müvafiq nüvə reaksiyasını həyata keçirmişdir. E.Fermi ilə yanaşı, bu sahədə həm birlikdə və həm də ayrı-ayrılıqda çoxsaylı elmi simalar fəaliyyət göstərmiş, XX əsrin böyük tarixi dönüş reallığını bəşəriyyətin ümumi xidmət və istifadəsinə təqdim etmişlər [2, 15, 28].

Atom enerjisinə əsaslanan ilk sənaye əhəmiyyətli enerji qurğusu isə 1954-cü ildə

keçmiş SSRİ-nin Obninsk şəhərində 5 MVt gücündə AES-in istifadəyə verilməsi ilə təşəkkül tapmışdır. İkinci sənaye əhəmiyyətli AES (46 MVt gücündə) 1956-cı ildə Böyük Britaniyada, növbəti ildə isə ABŞ-da (60 MVt gücündə) fəaliyyətə başlamış və bununla da atom enerjisiindən dinc məqsədlər üçün istifadənin əsası qoyulmuşdur. Artıq ötən əsrin 80-ci illərində dünyada reaktorların sayı artaraq 300-ü ötmüş və ümumi gücü 200 min MVt-ni haqlamışdır. Hazırda isə 33 ölkədə ümumi gücü 375 min MVt olan 442 nüvə reaktoru fəaliyyət göstərir. Burada istehsal olunan elektrik enerjisinin həcmi 2011-ci ildə 2700 milyard kVt/saat təşkil etmişdir. Enerji gücü baxımından nüvə elektroenergetikası üzrə dünyada ABŞ (836,63 mlrd kVt.s/il), Fransa (439,73 mlrd kVt.s/il), Yaponiya (263,83 mlrd kVt.s/il), Rusiya (160,04 mlrd kVt.s/il), Cənubi Koreya (142,94 mlrd kVt.s/il) və Almaniya (140,53 mlrd kVt.s/il) liderlik edirlər [9, 23]. (Cədvəl 1 ayrı-ayrı ölkələr üzrə nüvə energetikası ilə bağlı məlumatları əks etdirir).

Bundan başqa, dünyanın 56 ölkəsində 250-yə qədər təcrübə reaktoru, təqribən 140 suüstü və sualtı gəmini hərəkətə gətirən 180 nüvə enerjisi reaktoru fəaliyyət göstərir.

4. Atom elektrik stansiyaları: texnoloji sistem və iş prinsipi

Atom elektrik stansiyası (AES) nüvə enerjisi elektrik enerjisinə çevirən mürəkkəb qurğudur. AES-lər bir, iki və üç dövrəli (konturlu) olur. İş prinsipinə görə, AES-ləri istilik elektrik stansiyalarına aid etmək olar. Stansiyada yüksək temperaturu buxar karbohidrogenlərin yandırılmasından deyil, idarə olunan nüvə reaksiyası zamanı ayrılan istiliyin hesabına əldə edilir. Bu qurğuda istilikayırıcının, istilikdaşıyıcının, turbin və elektrik cərəyanı generatorunun ümumi işi nəticəsində elektrik enerjisi istehsal edilir.

Nüvə reaktorunda - güclü mühafizəedici təbəqə ilə əhatələnmiş şaquli slindirvari qurğuda idarə olunan nüvə reaksiyası zamanı uran-235 atomu ($^{92}\text{U}235$ izotopu) sərbəst neytronla qarşılıqlı təsirdə olaraq hissələrə bölünür. Bu zaman bölünən hər bir atomdan yeni neytronlar meydana çıxır və bu neytronlar öz növbəsində başqa atomlarla qarşılıqlı təsirdə olaraq onların bölünməsinə səbəb olur. Nəticədə daha böyük miqdarda neytron seli yaranır. Belə reaksiyalar zəncirvari nüvə reaksiyası adlanır və reaksiyanın gedişi zamanı böyük miqdarda istilik enerjisi ayrılır və həmin enerjiden suyun buxara çevrilməsi üçün istifadə olunur.

İstifadə olunma xüsusiyyətlərinə görə nüvə reaktorları təcrübə, tədqiqat, izotop və energetik reaktorlardan ibarət olur [16, s. 268-284]:

- ❑ təcrübə reaktorları nüvə reaktorlarının layihələndirilməsi və istismarı üçün vacib olan müxtəlif fiziki kəmiyyətlərin hesablanması üçün istifadə edilir. Bu reaktorların gücü bir neçə kVt-dən çox olmur;
- ❑ tədqiqat reaktorlarında aktiv zonada yaranan neytron və γ - kvant seli nüvə

Cədvəl 1. Dünya nüvə energetikası (2011-ci il)

	Ölkə	Fəaliyyətdə olan		İnşa edilən	
		Reaktorların sayı	Ümumi güc (MVt)	Reaktorların sayı	Ümumi güc (MVt)
1	ABŞ	104	100,747	1	1,165
2	Fransa	58	63,130	1	1,600
3	Yaponiya	54	46,823	2	2,650
4	Rusiya	32	22,693	11	9,153
5	Koreya Respublikası	21	18,665	5	5,560
6	Hindistan	20	4,391	5	3,564
7	Böyük Britaniya	19	10,131	2	1,900
8	Kanada	18	12,569	x	x
9	Almaniya	17	20,490	x	x
10	Ukrayna	15	13,107	2	1,900
11	Çin	13	10,048	27	27,230
12	Tayvan	6	4,980	2	2,600
13	İsveç	10	9,303	x	x
14	İspaniya	8	7,514	x	x
15	Belçika	7	5,926	x	x
16	Çexiya	6	3,722	x	x
17	İsveçrə	5	3,238	x	x
18	Finlandiya	4	2,716	1	1,600
19	Macarıstan	4	1,189	x	x
20	Slovakiya	4	1,792	2	782
21	Bolqarıstan	2	1906	2	1906
22	Brazilya	2	1,884	1	1,245
23	CAR	2	1,800	x	x
24	Meksika	2	1,300	x	x
25	Rumıniya	2	1,300	x	x
26	Argentina	2	935	1	692
27	Pakistan	2	425	1	300
28	Sloveniya	1	666	x	x
29	Hollandiya	1	487	x	x
30	Ermənistan	1	375	x	x
31	Litva	2	2370	1	900
32	İran	x	x	1	915
33	KXDR	x	x	1	1040
Cəmi		442	374 958	65	63 762

Mənbə: <http://www.iaea.org> saytının məlumatları əsasında müəlliflər tərəfindən işlənmişdir.

fizikası, bərk cisimlər fizikası, radiasiya kimyası, bioloji tədqiqatlar və müxtəlif izotopların (*xüsusilə tibbdə istifadə olunan*) istehsalında istifadə olunur;

- İzotop (*silah, sənaye*) reaktorları müxtəlif izotopların istehsalında istifadə olunur, məsələn, nüvə silahlarında istifadə olunan U^{235} (${}_{94}Pu^{239}$);
- Energetik reaktorlar elektrik və istilik enerjisinin alınması, dəniz suyunun duzsuzlaşdırılması, gəmilərdə güc qurğularının hazırlanmasında və s. istifadə olunur.

Neytron spektrinə görə reaktorlar istilik (*yavaş*) neytronları ilə işləyən reaktorlar, sürətli neytronlarla işləyən reaktorlar və aralıq neytronlarla işləyən reaktorlara, nüvə yanacağıının reaktorda yerləşdirilməsinə görə isə heterogen və homogen reaktorlara bölünür. Energetik reaktorlar adətən istilik neytronları ilə işləyən heterogen reaktorlardan ibarət olur.

Növündən asılı olmayaraq, hər bir reaktorun əsas tərkib hissələri aşağıdakıları əhatə edir [20, c. 578-588]:

- aktiv zona;
- istilikötürücü;
- nizamlaşdırma sistemi (*idarəedici çubuqlar*);
- radiasiyadan (*şüalanmadan*) mühafizə;
- məsafədən idarə olunma mərkəzi;
- digər konstruksiya elementləri.

Reaktorda nüvə yanacağı yerləşdirilən sahədə - aktiv zonada uran-235 atomunun bölünməsi nəticəsində istilik enerjisi ayrılır. Ayrılan istilik maye və yaxud qaz şəklində istilikdaşıyıcı vasitəsilə aktiv zonadan istilikdəyişdiriciyə ötürülür. İstilikdaşıyıcı su, natrium (*maye halda*), karbon qazı ola bilər. İstilikdaşıyıcı ilə birlikdə bu qapalı sistem birinci dövrə (*kontur*) adlanır. İstilikdəyişdiricidə birinci dövrənin istisi ikinci dövrədəki suyu qaynama dərəcəsinə qədər qızdırır. Əmələ gələn yüksək təzyiqli buxar turbinə istiqamətləndirilir. Turbin isə öz növbəsində generatorun rotorunu hərəkətə gətirərək elektrik cərəyanı yaradır. Zəncirvari nüvə reaksiyasının sürəti idarəedici çubuqlar vasitəsilə idarə olunur. Bu çubuqlar adətən bor və kadmium maddəsindən hazırlanır. İdarəedici çubuqlar aktiv zonaya nə qədər dərin daxil edilərsə daha böyük miqdarda neytron udur və reaksiyanın sürəti, eyni zamanda ayrılan istiliyin miqdarı azalır. İdarəedici çubuqlar aktiv zonadan çıxarıldıqda isə reaksiyada iştirak edən neytronların miqdarı artır, daha çox uran atomu bölünür və böyük miqdarda istilik enerjisi ayrılır. İES-lərdə olduğu kimi, AES-lərdə də istifadə olunmuş sudan təkrar istifadə üçün soyutma sistemi inşa edilir. Adətən, istifadə olunmuş buxar qradirnilər vasitəsi ilə soyudularaq təkrar sistemə qaytarılır.

Nüvə reaktorlarının ən vacib xassəsi onun gücüdür - yəni müəyyən zaman kəsiyində ayırdığı istiliyin miqdarıdır. Sənaye reaktorlarının gücü meqavatla (*MVt*) ölçülür. 1 MVt ($10^6 Vt$) güc saniyədə $3 \cdot 10^{16}$ bölünmə aktına bərabər nüvə reaksiyasına uyğundur. İlk dəfə nüvənin bölünməsi uran atomunda (${}_{92}U^{235}$, ${}_{92}U^{238}$) müşahidə

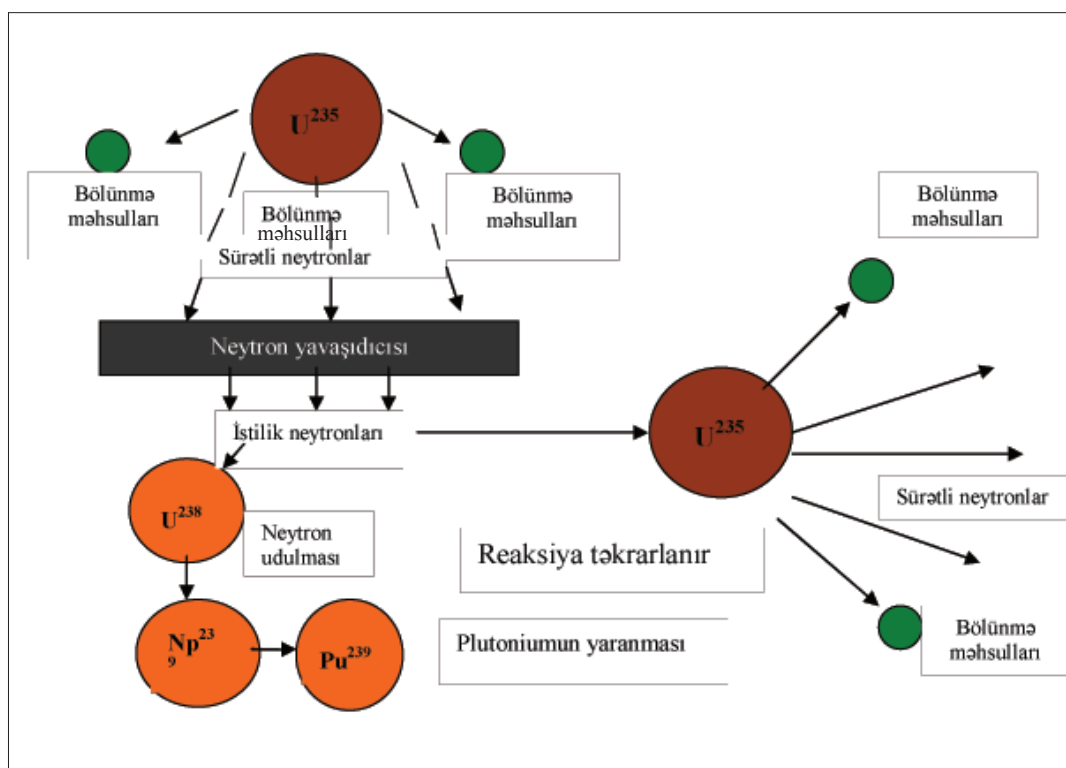
olunmuşdur. Eyni zamanda, uran-233 və plutonium-239 izotopları da istilik və sürətli neytronların qarşılıqlı təsiri nəticəsində bölünür və nəticədə çoxlu miqdarda istilik ayrılır [11, 19].

Aşağıda uran-235 izotopunun bölünməsi variantları göstərilmişdir [11, s. 272-273]:



Bu izotopun bölünməsi nəticəsində 200-dən artıq müxtəlif izotopun, 35-dən artıq kimyəvi elementin əmələ gəlməsi müəyyən edilmişdir. Bu maddələrin böyük əksəriyyəti yüksək radioaktivliyə malikdir və həyat üçün böyük təhlükə törədir.

Aşağıda reaktorda nüvə reaksiyası sxematik quruluşda verilmişdir:



Sxem 1. Reaktorda nüvə reaksiyası

Mənbə: Пустовалов Г.Е. Атомная и ядерная физика. М.: Издательства Московского Университета. 1968. с. 302.

Aktiv zonada yerləşdirilmiş nüvə yanacağı 3-5% zənginləşdirilmiş uran-235 (${}_{92}U^{235}$) və uran-238 (${}_{92}U^{238}$) izotopunun qarışığından ibarət olur.

Plutonium-239 (${}_{94}Pu^{239}$) nüvə energetikasında istifadə oluna bilər, hazırda bu element nüvə silahlarında əsas komponentlərdəndir.

Aşağıda BMT-nin Atom Enerjisi üzrə Beynəlxalq Agentliyinin - AEBA (*ingiliscə - IAEA, International Atomic Energy Agency*) təsnifatına görə sənayedə istismar edilən müxtəlif tipli reaktorlar haqqında məlumatları əksini tapmışdır:

Reaktorun növü	Yanacağın növü	İstilikdaşıyıcı	Neytron yavaşıcısı
Yüksək təzyiqli sulu reaktor (PWR)	Zənginləşdirilmiş	Su	Su
Qaynayan sulu reaktor (BWR)	Zənginləşdirilmiş UO ₂	Su	Su
Təzyiqli ağır sulu reaktor "CANDU"	Təbii UO ₂	Ağır su	Ağır su
Qazla soyudulan reaktor (Magnox, AGR)	Təbii uran, zənginləşdirilmiş UO ₂	CO ₂	Qrafit
Sulu-qrafitli (kanallı) reaktor (PBMK)	zənginləşdirilmiş UO ₂	Su	Qrafit
Sürətli neytronlarla işləyən reaktor (FBR)	PuO ₂ və UO ₂	Maye natrium	İstifadə edilmir

Səkil 1. AEBA-nin təsnifatına görə sənayedə istismar edilən müxtəlif tipli reaktorlar.

Mənbə: <http://www.iaea.org> saytının məlumatları əsasında müəlliflər tərəfindən işlənmişdir.

PWR (*ingiliscə - Pressurised Water Reactor*) - Yüksək təzyiqli sulu reaktor.

Bu reaktorlarda aktiv zonada istilikyaradıcı elementlərdən ayrılan istilik enerjisi birinci dövrdə yüksək təzyiqli altında olan adi suya verilir. Birinci dövrdəki yüksək təzyiqli (160 atm) suyun 300°C-dən yuxarı temperaturda qaynamasının qarşısını almaq üçün yaradılır. Birinci dövrdəki su enerjisini istilikdəyişdirici vasitəsilə ikinci dövrdəki suya verir. İkinci dövrdəki su 330°C temperaturda buxara çevrilərək 12-60 atm təzyiqdə turbini hərəkətə gətirir. Birinci dövrdəki su həm istilikdaşıyıcı, həm də neytronyavaşıcısı rolunu oynayır. PWR dünyada ən çox istifadə olunan reaktordur (*dünyada istismar olunan sənaye reaktorlarının yarısından çoxu*). Reaktorlarda suyun həm istilikdaşıyıcı, həm də neytronyavaşıcısı kimi istifadəsinin bir sıra üstünlükləri mövcuddur.

BWR (*ingiliscə - Boiling Water Reactor*) - Qaynayan sulu reaktor.

Belə reaktorlarda su-buxar sistemi birbaşa aktiv zonada alınır. Reaktor birdövrəli olur və 280°C temperatur, 70 atm təzyiqdə buxar turbinə ötürülür. BWR PWR-ə nisbətən sadə konstruksiyaya malikdir. Bu növ reaktorlarda reaktorun polad gövdəsi daha aşağı təzyiqə məruz qalır (*su aktiv zonada qaynadığından, bunun qarşısını almaq üçün dövrədə süni yüksək təzyiq yaratmağa ehtiyac yoxdur*) və ümumi sxemdə istilikdəyişdiriciyə ehtiyac qalmır.

PHWR (*ingiliscə - CANDU - CANada Deuterium Uranium*) - yüksək təzyiqli ağır sulu reaktor.

Bu reaktorun aktiv zonası kifayət qədər böyük olur və reaktora böyük miqdarda yanacaq yüklənir. Bu reaktorun digər reaktorlardan əsas fərqi birinci dövrədə ağır su (D_2O) istifadə olunması və təbii uranla işləyə bilməsidir. Birinci dövrədə ağır su istifadə olunmasının səbəbi reaktorun təbii uranla işləməsidir. Ağır su adi suya nisbətən daha az neytronuducudur. Başqa su-sulu energetik reaktorlardan fərqli olaraq, bu reaktorun kanallı olması onda reaktorun işini dayandırmadan istifadə olunmuş istilikayırcı elementləri yeniləri ilə əvəz etməyə şərait yaradır.

AGR (*ingiliscə - Advanced Gas-cooled Reactor*) - qazla soyudulan reaktor.

Belə reaktorlarda neytron yavaşıcısı kimi qrafitdən istifadə olunur. Reaktor karbon (CO_2) qazı ilə soyudulur və karbon qazı həm də istilikdaşıyıcı funksiyasını yerinə yetirir. Yanacaq kimi 2,5-3% zənginləşdirilmiş uran oksidindən istifadə olunur.

ББК 1000 (*rusca - Реактор Большой Мощности Канальный*) - su ilə soyudulan kanallı reaktor.

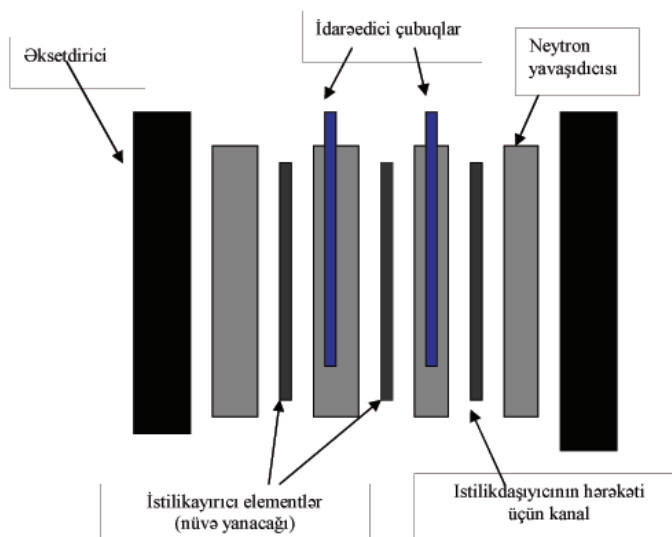
Belə reaktorlar birdövrəli sxem üzrə işləyir. Reaktorun aktiv zonasında su istilikayırcı elementləri soyudaraq qismən buxarlanır. Neytron yavaşıcısı kimi qrafitdən istifadə olunur. Burada əmələ gələn su-buxar qarışığı baraban-seperatora daxil olur və seperasiya olunur. Seperasiya olunmuş doymuş buxar adətən ($\sim 280^\circ C, 70 atm$) hər birinin elektrik gücü 500 kVt olan iki turbugeneratora ötürülür. Qalan su isə qidalandırıcı su ilə qarışaraq əsas dövretdirici nasos vasitəsilə aktiv zonaya yönəldilir. İstifadə olunan buxar kondensasiya edilərək yenidən ümumi sistemə qaytarılır. ББК tipli reaktorlar keçmiş SSRİ-də ixtira edilmişdir, hazırda yalnız Rusiyada istifadə olunur. Bu reaktorun da kanallı olması onun işini dayandırmadan istifadə olunmuş istilikayırcı elementləri yeniləri ilə əvəz etməyə şərait yaradır.

FBR (*ingiliscə - Fast Breeder Reactor*) - sürətli neytronlarla işləyən reaktorlarda zəncirvari nüvə reaksiyası enerjisi 105 eV-dan yüksək olan neytronlar hesabına həyata keçirilir. Sürətli neytronlarla işləyən reaktorlar istilik neytronları ilə işləyən reaktorlardan müəyyən qədər fərqli texnologiya ilə fəaliyyət göstərirlər. Bu reaktorda nüvə yanacağı kimi hazırda yüksək zənginləşdirilmiş uran-235 ($20\%-dən yüksək {}_{92}U^{235}$) və plutonium-239 (${}_{94}Pu^{239}$) izotopundan istifadə edilir. Reaktor sürətli neytronlarla işlədiyindən neytron yavaşıcısına ehtiyac qalmır. Bu reaktorun ən böyük üstünlüyü onun enerji istehsalı ilə eyni zamanda təkrar süni nüvə yanacağı istehsal edə bilmək qabiliyyətidir [11, II cild, s. 272-273].

Sürətli neytronlarla işləyən reaktorlarda aktiv zonanın ətrafında əksətdirici kimi ağır maddələr - uran-238 (${}_{92}U^{238}$) və torium-232 (${}_{90}Th^{232}$) yerləşdirilir. Onlar enerjisi 0,1 MeV-dən artıq olan neytronları aktiv zonaya qaytararaq neytron itkisinin qarşısını alır. Uran-238 (${}_{92}U^{238}$) və torium-232 (${}_{90}Th^{232}$) tərəfindən udulan neytronlar isə həmin maddələrdən nüvə yanacağı kimi istifadə edilməsi nəzərdə tutulan plutonium-239 (${}_{94}Pu^{239}$) və uran-233 (${}_{92}U^{233}$) süni nüvə yanacağılarının alınmasına səbəb olur. Nüvə energetikasının fəaliyyəti nəticəsində hazırda böyük miqdarda plutonium-239 (${}_{94}Pu^{239}$) və uran-238 (${}_{92}U^{238}$) ehtiyatlarının yaranması, torium elementinin təbiətdə geniş yayılması bu reaktorların gələcəkdə əsas energetik reaktor kimi istifadə olunması ehtimalını yaradır.

Hazırda bu reaktorun geniş istifadə olunmamasının səbəbi onun konstruksiyasının istilik neytronları ilə işləyən reaktorlara nisbətən mürəkkəb olması, yüksək zənginləşdirilmiş uranla işləməsi, eyni zamanda plutoniumdan nüvə yanacağı hazırlayan müəssisələrin geniş yayılmaması və plutoniumun həddən ziyadə zəhərli olmasıdır (*təbiətdə mövcud olmayan nüvə reaksiyası nəticəsində yaranan plutonium, radioaktiv olması ilə yanaşı, kimyəvi cəhətdən də təhlükəli maddədir*).

Aşağıda Uran-qrafit tipli nüvə reaktorunun ümumi sxemi verilmişdir:



Sxem 2. Uran-qrafit tipli nüvə reaktorunun ümumi sxemi

Mənbə: Широков Ю.М., Юдин Н.П., Ядерная Физика. М.: «Наука» 1980, с. 579.

Nüvə yanacağı - Nüvə reaktorlarında zəncirvari nüvə reaksiyası həyata keçirmək üçün istifadə olunan maddə nüvə yanacağı adlanır. Nüvə yanacağı istehsal etmək üçün təbii urandan, daha dəqiq, onun üç izotopunun qarışığından - ${}_{92}U^{238}$ (99,282%), ${}_{92}U^{235}$ (0,712%), ${}_{92}U^{234}$ (0,006%) istifadə olunur. Lakin belə vəziyyətdə o, nüvə yanacağı kimi istifadə oluna bilmir. Uran-238 (${}_{92}U^{238}$) izotopu radioaktiv olmasına

baxmayaraq, kifayət qədər stabil izotopdur (*yarımparçalanma dövrü 4.5 milyard il*) və istilik neytronlarının təsiri ilə nüvə reaksiyasında iştirak etmir. Uran-235 (${}_{92}\text{U}^{235}$) izotopu yeganə təbii nüvə yanacağıdır. Eyni zamanda, onun iştirakı olmadan süni nüvə yanacağı plutonium ${}_{94}\text{Pu}^{239}$ və ${}_{92}\text{U}^{233}$ izotoplarını (*bu izotopdan həm də AES-də nüvə yanacağı kimi istifadə etmək nəzərdə tutulur*) əldə etmək mümkün deyil. Lakin ${}_{92}\text{U}^{235}$ izotopunun təbii uranda miqdarı çox azdır (0,7%) [7, s. 151-155]. Bu səbəbdən, nüvə yanacağının hazırlanması zamanı təbii uranda onun zənginləşdirilməsi zəruridir.

Zənginləşdirilmiş urandan bir neçə millimetrlük həblər şəklində olan nüvə yanacağı xüsusi poladdan və yaxud sirkonium əsaslı xəlitədən hazırlanmış hermetik istilikayırcı elementlərdə yerləşdirilir. İstilikayırcı elementlər heterogen reaktorlarda aktiv zonanın əsas konstruksiya elementidir. İstilikayırcı elementlərdə istilik enerjisinin ayrılması ilə xarakterizə olunan uran-235 izotopunun (${}_{92}\text{U}^{235}$) bölünməsi baş verir və alınan enerji istilikdaşıyıcıya ötürülür. Müasir energetik reaktorlarda istilikayırcı elementlər diametri 9,1-13,3 mm, uzunluğu bir neçə metr olan sirkonium və ya nikelli poladdan hazırlanmış mil şəkilli qurğudur [11, II cild, s. 269]. İstilikayırcı elementlər rahat istifadə olunması məqsədi ilə bir neçə yüz istilikayırcı elementdən ibarət olan istilikayırcı kaset (*yığılm*) şəklində birləşdirilir. Bir istilikayırcı kaset 150-350 istilikayırcı elementdən ibarət olur, reaktorun aktiv zonasına isə 200-450 istilikayırcı kaset yerləşdirilir. Reaktorun gücündən, növündən, formasından, aktiv zonanın ölçüsündən asılı olaraq, istilikayırcı elementlərin ölçüsü və istilikayırcı kasetlərdə istilikayırcı elementlərin sayı müxtəlif ola bilər. Kimyəvi tərkibinə görə nüvə yanacağı metallik (U), oksid (UO_2), karbid (PuC_{1-x}), qarışıq (PuO_2+UO_2) ola bilər [16, s. 268-284].

Uranın zənginləşdirilməsi - hasil olunan təbii uran kütləsində uran-235 (${}_{92}\text{U}^{235}$) izotopunun uran-238 (${}_{92}\text{U}^{238}$) izotopuna nisbətən miqdarının artırılmasından ibarət olan mürəkkəb fiziki prosesdir. İzotopların kimyəvi xassələri eyni olduğundan onları kimyəvi üsulla ayırmaq mümkün deyil. Uranın zənginləşdirilməsi istehsalatda əsasən sentrofuqa və qaz-diffuziya üsulu ilə həyata keçirilir. Hazırda əsasən sentrofuqa üsulundan istifadə edilir. Burada qazvari UF_6 molekulları sentrofuqa qurğusunun daxilində sürətli dairəvi hərəkətə məruz qalır. Nəticədə kütlə fərqinə görə izotopların ayrılması baş verir (*fiziki proses*). Sonra alınan zənginləşdirilmiş maddə yenidən metallik vəziyyətə gətirilərək ondan nüvə yanacağı istehsal edilir.

Yarımparçalanma dövrü - bu müddət ərzində radioaktiv maddələr öz şüalanma xassəsinin yarısını itirir. Məsələn, müəyyən miqdar yod 131 izotopunun (${}_{53}\text{I}^{131}$) yarısı təqribən səkkiz gün ərzində parçalanaraq stabil vəziyyətə gəlir (*Bu izotop nüvə qəzaları zamanı ətrafa yayılan ən təhlükəli maddələrdəndir*). Radioaktiv izotopların yarımparçalanma dövrü müxtəlif olur.

Qeyd olunmalıdır ki, uranın planetar ehtiyatları 1,5 milyon ton hesablanır və bu ehtiyatlar, əsasən, Şimali Amerika, Avstraliya, Braziliya, Cənubi Afrika, Qazaxıstan

və qismən də Rusiyada cəmləşmişdir. Bundan başqa, dünyada əlavə olaraq daha 1,0 milyon ton uran ehtiyatının da mövcudluğu təxmin edilir [19, s. 47-49].

5. Qlobal rezonanslı nüvə qəzaları

Nüvə energetikasında ən böyük təhlükə hər hansı səbəbdən radioaktiv maddələrin ətraf mühitə atılması ilə nəticələnən qəzanın baş verməsidir. Çünki heç bir texnogen qəza ətraf mühitə vurduğu zərərə görə AES-lərdə baş verən qəza ilə müqayisə edilə bilməz.

AES tikintisi zamanı ən vacib məsələlərdən biri onun yerinin seçilməsidir. Tələblərə görə stansiyanın yerləşdiyi ərazidə torpaq möhkəm olmalı, ərazidə güclü zəlzələlərin baş vermə etimalı çox az olmalıdır. Burada praktiki mövqe seçimi belədir ki, stansiyanın yerləşdiyi ərazidə küləyin istiqaməti böyük şəhərlərə və məhsuldar torpaqlara deyil, əhalinin az məskunlaşdığı ərazilərə və mümkün olduqca dənizə istiqamətlənməlidir. Reaktorun soyudulması üçün stansiyanın böyük su mənbələrinin yaxınlığında tikilməsi də vacib şərt hesab olunur. Müasir ETT imkan verir ki, təhlükəsizlik baxımından nüvə reaktorunda gedən bütün proseslər son dərəcə dəqiqliklə izlənilsin, nüvə reaksiyası daimi nəzarətdə saxlanılsın.

Nüvə enerjisi insanları ətraf mühitə istixana effekti yaradan qazlar atmadan, nisbətən ucuz enerji ilə təmin etsə də, onun radiasiya kimi çox təhlükəli xüsusiyyəti var.

Nüvə enerjisindən istifadə edilməyə başlandıqdan bəri AES-lər və digər nüvə qurğularında ətraf mühitə radioaktiv maddələrin sızması ilə nəticələnən bir sıra qəzalar baş vermişdir. AEBA nüvə enerjisi müəssisələrində baş verən qəzaları 7 ballıq şkala üzrə qiymətləndirir. Atom enerjisindən dinc məqsədlər üçün istifadəyə başlandıqdan sonra görülən bütün təhlükəsizlik tədbirlərinə baxmayaraq sahə üzrə ümumilikdə yüzdən çox qəza hadisəsi baş versə də ətraf mühitə vurduğu zərərə görə 5 hadisə xüsusi fərqlənir [23]:

1. Keçmiş SSRİ-nin qapalı “Çelyabinsk-40” şəhəri (*indiki Ozersk*) yaxınlığında 1957-ci ildə “Mayak” kimya kombinatında baş verən qəza Şərqi Uralda böyük ərazini radioaktiv çirklənməyə məruz qoymuşdur. Soyutma sisteminin sıradan çıxması nəticəsində təqribən 80 m³ yüksək radioaktivliyə malik nüvə tullantısı olan 300 m³ həcmli anbar partlamış və atmosfərə təqribən 20 mln. küri radiyasiya atılmışdır. Maye və bərk aeroxollardan ibarət olan radioaktiv bulud küləyin istiqaməti boyu ümumilikdə 23 min km² ərazini radioaktiv hissəciklərlə çirkləndirmişdir. Qəzanın nəticələrinin aradan qaldırılmasında yüz minlərlə hərbi və mülki şəxs iştirak etmiş və onlar əhəmiyyətli dərəcədə şüalanmaya məruz qalmışlar. Hazırda təqribən uzunluğu 300 km, eni 5-10 km olan “Şərqi Ural radioaktiv ərazisi” qoruy elan edilmiş, yüksək radioaktiv fon olan bu ərazidə hər hansı kənd təsərrüfatı fəaliyyəti qadağan edilmişdir.

2. ABŞ tarixində 1979-cu ildə “Tri-Mayl Aylend” AES-də baş verən qəza ən böyük nüvə qəzası hesab olunur. Bu hadisə Çernobil AES-də baş verən qəzaya qədər dünya nüvə energetikasında ən böyük qəza hesab olunurdu. Texniki qüsurlar, istismar və təmir prosedurlarında buraxılmış səhvlər nəticəsində elektrik gücü 900 MVt olan PWR tipli reaktorda aktiv zona ciddi zədələnmiş, nüvə yanacağıının bir hissəsi əriyərək reaktorun dibinə çökmüşdür. Qəza nəticəsində atmosferə atılan təsirsiz qazların radioaktivliyi təqribən 2-13 milyon küri olsa da, yod 131 kimi təhlükəli izotopun atmosferə sızması çox cüzi olmuşdur. Stansiyanın ərazisi isə birinci konturdan axan radioaktiv su ilə çirklənmişdir. Stansiya ətrafından əhalinin köçürülməsinə ehtiyac olmasa da, 8 kilometrlik ərazidən azyaşlı uşaqların və hamilə qadınların müvəqqəti çıxarılması tövsiyə edilmişdir. Qəzanın nəticələrinin aradan qaldırılması 1993-cü ildə başa çatdırılmış və təqribən 1 milyard dollar vəsait sərf edilmişdir.

3. Atom energetikası erasında 1986-cı ildə keçmiş SSRİ-də (*Ukrayna SSR*) Çernobil AES-in 4-cü enerji blokunda baş verən qəza ətraf mühitə dəyən zərərə, insan itkisinə və iqtisadi təsirinə görə nüvə energetikası tarixində ən böyüyüdür. Qəzaya qədər Çernobil AES-də PBMK 1000 tipli hər birinin elektrik gücü 1000 MVt, istilik gücü 3200 MVt olan 4 reaktor fəaliyyət göstərirdi və əlavə olaraq 2 analoji reaktorun tikintisi həyata keçirilirdi. Stansiya keçmiş SSRİ-də ən böyük AES idi. Qəza zamanı 4-cü enerji blokunun reaktorunda 200 tona qədər nüvə yanacağı (UO_2) olmuşdur ki, bu yanacaqdan 5-30%-ə qədəri ətraf mühitə yayılmışdır. Partlayış şəklində baş verən qəzada reaktor tamamilə dağılmış ətraf mühitə böyük miqdarda radioaktiv maddələr yayılmışdır. Qəza nəticəsində ilk 3 ay müddətində 31 nəfər həyatını itirmiş, 134 nəfər ağır şüa xəstəliyinə tutulmuş bunların böyük əksəriyyəti sonradan vəfat etmişdir. Stansiyanın ətrafında 30 kilometrlik ərazidən 115 min nəfər köçürülmüş, 600 min nəfər qəzanın nəticələrinin aradan qaldırılmasında iştirak etmişdir ki, bu da onların sağlamlığına ciddi zərər vurmuşdur. Tamamilə dağılmış reaktordan qalxan radioaktiv bulud Avropanın böyük ərazilərinə külli miqdarda radioaktiv maddələr, o cümlədən uran, plutonium-239, yod-131, sezium-134, sezium-137, stronsium-90 və s. radioaktiv izotopları yaymışdır. Ən çox zərər çəkən ərazilər isə Belarusiya, Ukrayna və Rusiyanın Çernobil AES-ə yaxın əraziləri olmuşdur. Bu ərazilərə yayılmış yarımparçalanma müddəti 8 gündən 24 min ilə qədər olan radioaktiv maddələr adı çəkilən ölkələrdə xeyli ərazini uzun müddət insanların yaşaması üçün tamamilə yararsız etmişdir.

4. Yaponiyanın Tokaymura nüvə müəssisəsində (*JCO kompaniyası*) 1999-cu ildə baş verən qəza o vaxta qədər Yaponiya nüvə energetika sənayesində baş verən ən ciddi insident hesab edilməkdə idi. Qəza baş verən müəssisə AES-lər üçün nüvə yanacağı hazırlamaq məqsədi ilə zənginləşdirilmiş heksafulorid urandan (UF_6) dioksid uranın (UO_2) emalı sahəsində fəaliyyət göstərirdi. Personalın səhvi nəticəsində durulducu çənə nəzərdə tutulandan 7 dəfə artıq 18% zənginləşdirilmiş uranilnitrat $UO_2(NO_3)_2$ yüklənmiş, nəticədə çəndəki maddədə böhran kütləsi alınaraq zəncirvari

nüvə reaksiyası başlamışdır. Partlayış baş verməsə də, ətraf mühitə müəyyən qədər radioaktiv təsirsiz qazlar və yod 131 izotopu yayılmışdır. Məhlulla işləyən iki nəfər yüksək miqdarda şüalanmaya məruz qalmış və həyatlarını itirmişdir. Ümumilikdə 667 nəfər (*xilasedicilər və yanğınsöndürənlər də daxil olmaqla*) müəyyən qədər şüalanmaya məruz qalmışdır.

5. Yaponiyada Fukusima-1 AES-də baş verən qəza nüvə energetikası tarixində son böyük ciddi qəza hesab olunur. Qəzaya qədər ümumi gücü 4,7 HVt olan 6 reaktorlu Fukusima-1 stansiyası dünyanın ən güclü 25 AES-lərindən biri idi və əlavə 2 reaktorun tikintisi planlaşdırılırdı. 2011-ci il 11 mart tarixində Sakit okeanda 9 ballıq zəlzələnin təsirindən yaranan sunami Yaponiyanın şərq sahillərində böyük dağıntılar törətməklə yanaşı, Fukusima-1 AES-in kənar enerji təminatını və ehtiyat dizel elektrik stansiyasını sıradan çıxarmışdır. Zəlzələ zamanı qəza-mühafizə sisteminin avtomatik işə düşməsi nəticəsində AES-də fəaliyyətdə olan reaktorlarda nüvə reaksiyası dayansa da elektrik enerjisi təchizatı kəsildiyindən 1-ci, 2-ci və 3-cü reaktorlarda qəza-soyutma sistemlərinin normal iş rejimi pozulmuşdur. Lakin nüvə reaksiyası dayandıqdan sonra belə, reaktorda müəyyən müddət istilik ayrıldığından istilikayıncı elementlərin əriməsinin, aktiv zonada yüksək temperatur nəticəsində su molekullarının parçalanması nəticəsində hidrogen qazının əmələ gəlməsinin qarşısının alınması üçün onun soyudulması sisteminin çalışması vacibdir (*hidrogen qazı partlayış törədərək reaktoru tamamilə dağıda bilər*). Nəticədə reaktorlarda qəza baş vermiş və ətraf mühitə xeyli miqdarda radioaktiv maddələr yayılmışdır. Ümumiyyətlə, Fukusima-1 AES-də baş verən qəza bir neçə reaktorun eyni zamanda qəzaya uğradığı ilk hadisədir və ətraf mühitə vurduğu zərərə görə Çernobil AES qəzasından sonra ən böyük qəzadır. Belə ki, qəza külli miqdarda iqtisadi zərərə səbəb olmuş, stansiya ətrafındakı radioaktiv maddələrlə çirklənmiş 30 kilometrlik məsafədə bütün əhali köçürülmüşdür. Eyni zamanda, qəzanın ilkin nəticələrinin aradan qaldırılması zamanı radioaktiv maddələrlə çirklənmiş min tonlarla suyun Sakit okeana axıdılması zərurəti yaranmışdır ki, bu da onun bioloji aləmi üçün ciddi təhlükə yaratmışdır.

6. AES-lərin fərqləndirici cəhətləri: ekoloji-iqtisadi aspekt

AES-lərin üzvi yanacaq ilə işləyən elektrik stansiyalarından əsas üstünlüyü onun yanacaq istehsal edən müəssisədən asılı olmadan uzun müddət müstəqil işləyə bilməsidir. Ümumi çəkisi 41 ton olan 54 istilikayıncı elementdən ibarət nüvə yanacağı ilə yüklənmiş 1000 MVt gücündə su-sulu energetik reaktoru 1-1,5 il ərzində heç bir yanacaq yükləmədən davamlı enerji istehsal edə bilər. Üzvi yanacaq ilə işləyən stansiyalara isə daim böyük miqdarda yanacaq daşınması zərurəti var. Nüvə yanacağının enerji ekvivalenti üzvi yanacaqlara nisbətən müqayisə edilməyəcək dərəcədə çoxdur. Bir sıra ölkələrdə AES-lərdə enerji istehsalı üzvi yanacaq ilə işləyən stansiyalara nis-

bədən ucuz başa gəlir. AES-lərin ən böyük üstünlüyü isə onun daha ekoloji təmiz olmasıdır.

Müqayisə üçün qeyd etmək lazımdır ki, il ərzində 1000 MVt gücündə daş kömürlə işləyən İES 164 min ton, mazutla işləyən İES 121 min ton, qazla işləyən İES 12 ton müxtəlif tərkibli zəhərli və parnik effekti yaradan maddələri birbaşa atmosfərə buraxır. Təkcə ABŞ-da il ərzində AES-lər təqribən 5 mln ton kükürd qazı, 2 mln ton azot oksidləri, 164 mln ton karbon qazının ətraf mühitə atılmasının qarşısını alır [10, 17].

Göstərilən maddələr AES-lərin fəaliyyəti zamanı sadəcə yaranmır. Stansiya yaxınlığında radiasiya fonu normal təbii fondan çox da yüksək olmur. Digər tərəfdən, yerin dərinliyindən hasil edilən üzvi yanacaqlarda da təbii radioaktiv izotoplar olduğundan onların yandırılması zamanı həmin hissəciklər birbaşa atmosfərə atılır. 1000 MVt gücündə İES il ərzində yanacağı oksidləşdirmək üçün 8 milyon ton oksigen istifadə edirsə, nüvə reaktoru ümumiyyətlə oksigen sərf etmir. Hazırda ümumi gücü ~ 375 min MVt olan nüvə reaktorları ildə təqribən 3 milyard ton oksigenə qənaət edir. Nəzərə almaq lazımdır ki, qlobal istiləşmənin əsas səbəbi istilik maşınlarının atmosfərə buraxdığı istixana effekti yaradan qazlardır (CO_2 və s.).

Böyük uran filizi ehtiyatlarının mövcudluğu, əsas enerji mənbəyi olan neft, qaz və daş kömür ehtiyatlarının tükənən mənbələr olması nüvə energetikasına böyük gələcək vəd edir. Bu baxımdan, elektrik enerjisinin generasiyası üçün nüvə reaktorlarından istifadə qlobal istiləşmənin və iqlim dəyişmələrinin qarşısını almaqda əhəmiyyətini yüksəldir.

Məlumdur ki, üzvi yanacaq növləri ətraf mühitin korlanması zəminində “gizli” subsidiyalar məsrəf edir. Nüvə energetikasında isə davamlı inkişaf üçün dövlət subsidiyaları tələbli deyildir. Nüvə sənayesi yeganə sahədir ki, öz tullantılarına görə bütün məsuliyyəti öz üzərinə götürür və onlarla bağlı məsrəfləri öncədən məhsul xərclərinin üzərinə qoyur.

Nüvə enerjisi bütün enerji mənbələrinin vergi qoyması, tullantılara görə cərimələnməsi və sosial amillərə rəğmən ədalətli bərabərlik şəraitində daha rəqabət qabiliyyətliliyi ilə də fərqlənmə imkanına malikdir. Nüvə yanacağının qiyməti daim sabitdir və istehsal xərcləri konfigurasiyasında yüksək mövqedə dayanmır. Nüvə enerjisi tullantıları da nisbətən az həcmli olur və onun lokallaşması imkanları da genişdir.

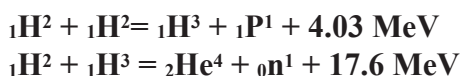
Bir reallığın da nəzərə alınması vacibdir. Bir qram uran təxminən 3 ton daş kömürün yanarkən ayırdığı enerji qədər enerjiayırma qabiliyyətinə malikdir. Əgər dünyada fəaliyyətdə olan AES-ləri daş kömürlə işləyən stansiyalar əvəz etsə, onda təqribən 600 milyon ton əlavə daş kömür lazım olar və ətraf mühitə 2 milyard ton karbon qazı, 30 milyon ton azot oksidi, 50 milyon ton kükürd və 4 milyon ton uçan kül atılar. AES-lərin istismarı hər il 400 milyon ton neftə qənaət etməyə imkan verir [22, 29].

7. İstilik-nüvə reaksiyası: global energetik alyans

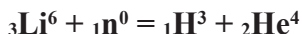
Nüvə enerjisini yalnız ağır nüvələrin bölünməsi ilə deyil eyni zamanda yüngül nüvələrin sintezi ilə də əldə etmək olar. İstilik-nüvə reaksiyası adlanan prosesdə yüngül atomların nüvələri birləşərək nisbətən ağır nüvələrin əmələ gəlməsi ilə müşayiət olunur. Reaksiyanın başlaması üçün ilkin nüvələr elektrostatik əks-təsir qüvvələrini dəf edərək bir-birinə nüvənin ölçüsü qədər yaxın məsafəyə yaxınlaşmalıdırlar. Bunun üçün ilkin nüvələr çox böyük kinetik enerjiyə malik olmalıdırlar. Nəzərə alsaq ki, nüvənin kinetik enerjisi onun istilik hərəkəti ilə xarakterizə olunur, buradan belə nəticəyə gəlinir ki, istilik nüvə reaksiyasının başlaması üçün çox böyük temperatur lazımdır (*milyonlarla dərəcə*). Buna görə də belə reaksiya **istilik-nüvə** reaksiyası adlanır.

Süni istilik-nüvə reaksiyası ilk dəfə hidrogen bombasının partladılması nəticəsində həyata keçirilmişdir. Reaksiyanın başlaması üçün lazım olan temperatur hidrogen bombasının daxilində yerləşdirilmiş atom bombasının partladılması hesabına əldə edilir. Lakin bu reaksiya idarə olunmur və ondan stabil enerji mənbəyi kimi istifadə etmək mümkün deyil. Təbii şəraitdə proton-proton tipli istilik-nüvə reaksiyası hidrogen nüvələri arasında, günəş də daxil olmaqla, ulduzların daxilində gedir. Günəşin nəhəng ölçüsü və günəş maddəsinin sıxlığı onun milyardlarla il günəş sistemini enerji ilə təmin edəcəyini deməyə əsas verir.

İdarə olunan istilik-nüvə reaksiyasının həyata keçirilməsi üçün göstərilən reaksiyalar daha əlverişli hesab olunur [18, s. 507-510].



Xüsusən də, daha artıq enerji ayrılması ilə gedən ikinci reaksiya daha cəlbedicidir. Lakin radioaktiv tritium (*hidrogenin ağır izotopu - ${}^1_1\text{H}^3$*) təbiətdə mövcud deyil. Qeyd olunan reaksiyanın həyata keçirilməsi üçün əvvəlcə tritiumun əldə edilməsi vacibdir. Müəyyən edilmişdir ki, litium-6 izotopu (${}^6_3\text{Li}$) istilik neytronlarının təsiri nəticəsində tritiuma çevrilir.



İdarə olunan istilik-nüvə reaksiyasının həyata keçirilməsinin əsas iki prinsipal istiqaməti proqnozlaşdırılır və tədqiqatlar bu istiqamətdə aparılır [16. s. 288-304].

1. Kvazistasionar sistem - burada qızdırılmış plazma maqnit sahəsi ilə ətrafdan izolyasiya olunur. Bu məqsədlə TOKAMAK və STELLARATOR növlü qurğuların istifadəsi nəzərdə tutulur.

2. İmpulsu sistem - burada idarə olunan istilik-nüvə reaksiyasını tərkibində dey-

terium və tritium olan kiçik həcmli yanacağı ifrat güclü lazer şüası və ya yüksək enerjili zərrəcik (*ion, elektron*) seli ilə qısamüddətli qızdırmaqla əldə etmək nəzərdə tutulur. Belə şüalanma ardıcıl istilik-nüvə mikropartlayışlarının baş verməsinə səbəb olur.

Beləliklə, idarəolunan istilik-nüvə reaksiyasının həyata keçirilməsi üçün əsas şərt əvvəlcə milyonlarla dərəcə temperatura qədər qızdırılmış plazmanın əldə edilməsi, sonra reaksiyanın baş verməsi üçün həmin plazmanın müəyyən zaman kəsiyində qorunub saxlanmasıdır. Lakin belə yüksək temperaturu plazma ilə təmasda ola bilən bir maddə mövcud deyil. Bu problemin aradan qaldırılması üçün plazmanı reaksiya zonasında maqnit sahəsi ilə termoizolyasiya etmək nəzərdə tutulur.

İstilik-nüvə enerjisinin alınması prosesində çətin tədqiqatlara əsasən müəyyən edilmişdir ki, müvafiq layihələri heç bir dövlət təkbaşına yerinə yetirə bilməz və burada hökmən ümumi səylər, birgə elmi-texniki və maliyyə potensialı ortaya qoyulmalıdır. Buna görə də hazırda istilik-nüvə energetikası sferasında “Beynəlxalq Eksperimental İstilik-nüvə Reaktoru”nun - İTER (*ingiliscə - International Thermonuclear Experimental Reactor*) layihəsi üzrə fəaliyyət reallaşmaqdadır [17, 23].

Hazırda sənaye əhəmiyyətli istilik-nüvə reaksiyası həyata keçirilməmiş və İTER tikintisi hələlik ilkin mərhələdədir. Bu qurğuda yüksək temperaturu plazmanın müəyyən xüsusiyyətləri və sənaye reaktorunun konstruksiya materiallarının tədqiqi nəzərdə tutulur. Sonra isə sənaye əhəmiyyətli reaktorun prototipi yaradılaraq yüksək temperaturu plazmanı əldə edərək konstruksiya materiallarının yararlılığını sübut etmək və s. texnoloji problemlərin həlli zəruridir. Lakin bu sahədə aparılan elmi tədqiqatlarda irəliləyişlər əldə edilsə də, daim yeni texniki problemlər qarşıya çıxır. İlk sənaye əhəmiyyətli idarəolunan istilik-nüvə reaktorunun yaradılması təqribən 2040-cı ildən sonraya proqnozlaşdırılır.

8. Nüvə enerjisindən istifadənin perspektivliyi

AEBA-nın proqnozlarına görə, AES-lərin inkişaf sürəti yaxın onillikdə o qədər də yüksək olmayacaqdır. Reallıqlar isə belədir ki, təhlükəsizlik aspektinə baxmayaraq nüvə enerjisindən istifadə daha da geniş xarakter alır və “Nüvə energetik klubu” üzvlərinin sayı artır. Bu təyinatın isə öz özəllikləri vardır. Belə ki, atomun parçalanmasından alınan enerji, mənbəyinə görə, fiziki tükənməzdir. Lakin qəza riski kəskin ekoloji fəsadlıdır. Daim ətrafımızda mövcud olan təbii radioaktiv fonun cüzi artımı belə arzu edilməz haldır. Məhz buna görə də onun istehsalının təhlükəsiz istismarı istiqamətində böyük sərmayələr xərclənməkdədir. İndi bu sistemin fəaliyyəti daha çox nəzarətə götürülmüş, onun təhlükəsizliyi istiqamətində növbəti texnoloji uğurlar əldə olunmuşdur və həmin işlər davam etdirilir. [23].

Nüvə enerjisi ilə bağlı vəziyyət ötən əsrin 90-cı illərində məyusedici idi. Bu məyusluğun da yetərli əsasları olmuşdur. Çernobil faciəsinin müdhiş qorxusu AES-

lərə olan inamı səngitmiş, atom enerjisindən dolğun istifadə perspektivini kölgəyə sürükləmişdir. Həmin AES-də baş vermiş hadisə kütləvi insan tələfatı ilə nəticələnən yeganə nüvə reaktoru qəzasıdır. Bu qəza nüvə energetikasının reputasiyasına çox ciddi zərər yetirmişdir. Fukusima-1 AES-də baş verən hadisə də bu proseslərdə ciddi səngimələrə səbəb olmuşdur. Bir sıra ölkələr, xüsusən də, Almaniya özünün nüvə enerjisindən istifadə strategiyasını götür-qoy etməyə məcbur olmuşdur.

Terror təhlükəsinin mövcudluğu da nüvə reaktorları olan dövlətlərdə daha geniş mühafizə tədbirlərinin görülməsi istiqamətində işləri gücləndirmişdir. Hazırda bir sıra sənaye ölkələrində “yaşıllar” nüvə enerjisindən istifadənin əleyhinə çıxışlar da, proses irəliləyişini davam etdirir. Belə ki, İsveçdə 2003-cü ildə keçirilən referendum AES-lərin bağlanmasına yox dedi. İsveçdə də əhalinin 80%-i AES-lərin istismarının davam etdirilməsini və genişləndirilməsini istəyir. Araşdırmalar göstərir ki, ABŞ əhalisinin də 2/3 hissəsi atom enerjisindən istifadəyə müsbət yanaşır.

Nüvə energetikası dünya iqtisadiyyatının qlobal problemləri sırasında qalmaqda davam edir. Nüvə təhlükəsizliyi məsələsi nüvə silahının və müvafiq energetik sahənin yaranışı ilə eyni vaxtda beynəlxalq mühafizəyə götürülmüş və konkret olaraq 1957-ci ildə atom enerjisindən dinc məqsədlər üçün istifadə istiqamətində əməkdaşlığın inkişafı missiyasını daşıyan AEBA təsis edilmişdir. Nüvə təhlükəsizliyi ilə bağlı son üç ildə artıq iki beynəlxalq sammit keçirilmişdir. 2012-ci ilin mart ayında Koreya Respublikasının paytaxtı Seul şəhərində keçirilən Nüvə Təhlükəsizliyi Sammitində Azərbaycan Respublikasının Prezidenti İlham Əliyev çıxış etmişdir. Dövlətimizin başçısı çıxışında bildirmişdir ki, «Azərbaycan nüvə təhlükəsizliyini təmin edən norma və standartların formalaşdırılması işində AEBA-nın oynadığı rolu vacib hesab edir. Ölkəmiz nüvə təhlükəsizliyinin müxtəlif aspektləri ilə bağlı Agentliklə uğurlu əməkdaşlıq qurmuşdur. Biz mövcud uğurlu əməkdaşlığı 2008-ci ildə təsis etdiyimiz Nüvə və Radioloji Fəaliyyətin Tənzimlənməsi üzrə Dövlət Agentliyi vasitəsilə daha da genişləndirmək əzmindəyik». Prezident İlham Əliyev həmçinin qeyd etmişdir ki, «Azərbaycan coğrafi şəraitini və ətraf mühit üçün baş verə biləcək transsərhəd fəsadları nəzərə alaraq, mülki məqsədlər üçün nüvə qurğularının təhlükəsizliyini və etibarlılığını möhkəmləndirmək məqsədilə göstərilən səyləri tam dəstəkləyir. Azərbaycan Ermənistanın 1976-cı ildə fəaliyyətə başlamış və hazırda köhnəlmiş Metsamor Atom Elektrik Stansiyasından olduqca narahatdır. Metsamor stansiyası bütöv region və yaxınlıqda olan qonşular üçün potensial fəlakət mənbəyidir. Belə ki, son illərini yaşayan reaktor soyudulması üçün zəruri olan su resurslarının çatışmadığı yüksək dərəcəli seysmik zonada yerləşir. Avropa İttifaqı Şərqi Avropa və keçmiş Sovet İttifaqında tikilmiş 66 sovet reaktoru arasında Metsamor reaktorunu “ən köhnəlmiş və ən etibarsız” hesab etmişdir. Bununla belə, biz nüvə enerjisi qurğusunu tikməyi arzulayan tərəfə səlahiyyətləri verəcək regional nüvə təhlükəsizliyini və etibarlılığını müəyyənləşdirən rejimlərin tətbiq edilməsini təklif edirik. Bu halda öz qonşularından razılığın alınması, həmin sahələrin etibar-

lılığı və təhlükəsizliyi barədə məlumatların şəffaf şəkildə mübadiləsi, yoxlamaların qəbulu və risklərə görə kompensasiyanın ödənilməsi kimi prosedurlar nəzərdə tutula bilər» [21].

Bütün bunlar bir daha onu göstərir ki, nüvə energetikası problemi getdikcə beynəlxalq ictimaiyyətin daha çox diqqət və tələbləri sırasında möhkəmlənir və bu sahədə inkişaf meyilləri ekosivil və modern texnoloji aspektlərdə irəliləyiş tapır. Azərbaycanın da bu dəyərlərdən faydalanması üçün mühüm zərurətlər və imkanlar görünür [4, 28].

9. Enerji təhlükəsizliyi və milli energetik strategiya

Enerji müstəqilliyi və enerji təhlükəsizliyi bol enerji resurslu Azərbaycan Respublikası üçün də həyati əhəmiyyətli bir məsələdir. Geoloji əsaslandırma göstərir ki, Azərbaycanda 2-3 milyard ton neft, 2,6 trilyon m³ qaz, 25-27 milyon ton kömür, 400-450 milyon ton yanar şist ehtiyatı vardır. Hazırda ölkəmizdə layihə gücü 6,4 min, faktiki gücü isə 4,5 min MVt olan, istehsal konfigurasiyası 83:17 nisbətli 13 İES və 5 SES fəaliyyət göstərir və ildə orta hesabla 20-23 milyard kVts elektrik enerjisi istehsal olunur. Bu güc ümumilikdə Gürcüstan və Ermənistanın elektrik enerjisi potensialından (*ümumi güc 1,7 min MVt*) 3-4 dəfə çoxdur. Lakin bütün bu enerji təhlükəsizliyinin təminat potensialına baxmayaraq, iqtisadiyyatın inkişafı və genişlənən sosial təminatlılıq qarşısı artan enerji istehlakı tələbini qoyur [1, 23, 27]. Hesablamalara görə, yaxın perspektiv üçün respublikanın təbii qaza olan tələbatı artaraq 12-14 milyard m³ təşkil edəcəkdir. Elektrik enerjisinə görə isə bu tələb 8-10 min MVt-yə bərabər olacaqdır. Bütün bunlar iqtisadiyyatın aparıcı sahəsi olan enerji sektorunda aparılan islahatların daha da dərinləşməsinə və təkmilləşdirilməsinə əsaslı zəmin yaradır [5, 8, 14]. Araşdırmalar göstərir ki, respublikada iqtisadi artımın davamlı təminatı enerji sektorunda yeni istehsal güclərinin buraxılışı və sahəvi istehsal infrastrukturunun yeniləşməsinin həyata keçirilməsi ilə yüksək səmərəli olacaqdır [3, 12].

Enerji təhlükəsizliyi vaxt çərçivəli dövrü bir məsələ deyildir. O, çox uzaq zaman hədəflərini əhatə edən milli və dövləti bir vəzifədir. Buna görə də enerji resurslarının səmərəli bölgüsü, istifadəsi və başlıca olaraq artırılması, gələcək nəsillərə transformasiyası çox mühüm və vacibdir. Artırma və transformasiya prosesində isə əsaslandırmağa cəhd etdiyimiz kimi, gələcəkdə nüvə enerjisindən istifadə strategiyasına da bu istiqamətdəki alternativlərdən biri kimi baxılmalıdır.

Nüvə enerjisindən istifadə ideyası Azərbaycan üçün yeni bir məsələ deyildir. Hələ Azərbaycan güclü SSRİ dövlətinin tərkibində olduğu zamanlarda burada AES tikintisi keçmiş SSRİ hökumətinin baş planları sırasında qərar tutmuşdu. Lakin 1986-cı ildə Çernobil AES-də baş verən ağır nüvə qəzası və layihədə nəzərdə tutulan reaktorun Çernobil AES-dəki PBMK tipli olması, hətta konkret reallaşma mərhələ-

sinə daxil olsa da, bu prosesi dayandırdı. Həmin məqsədlə layihə üzrə smeta-maliyyə sənədləri hazırlanmış və Bakı-Şirvan şəhərləri arasındakı Nəvai qəsəbəsi ərazisində müəyyən yardımçı binalar və tikililər inşa olunmuşdu. Bu hadisə isə onu göstərir ki, ənənəvi neft ölkəsi olan, perspektiv karbohidrogen ehtiyatları ilə fərqlənən Azərbaycanda AES tikintisi strateji dəyərləndirilmiş, yüksək seysmoloji amilə baxmadan belə, o, məqbul hesab edilmişdir. Bununla belə, hazırkı mərhələdə AEBA ekspertləri karbohidrogen bolluğunu qabartmadan, seysmoloji amili nəzərə almaqla 2005-ci ildə qurumun Vyanada keçirilən 49-cu sessiyasında respublikamızda nüvə enerjisindən dinc məqsədlər üçün istifadəyə müsbət rəy vermişdilər. Agentlik bir daha hansı enerji mənbəyinin ölkə üçün əlverişli olub-olmadığını araşdırmaq məqsədilə Azərbaycan Respublikasının Sənaye və Energetika Nazirliyi ilə “Azərbaycanın enerji balansının hesablanması və perspektiv istiqamətlərin müəyyən olunması” adlı müştərək layihələrin həyata keçirilməsinə dair əməkdaşlığa başlamışdır. Bu layihə əsasında bütün enerji mənbələri, o cümlədən nüvə enerjisi ilə bağlı perspektivlər nəzərdən keçiriləcək və onların ətraf mühitə təsiri öyrəniləcəkdir [27].

Azərbaycanda nüvə enerjisindən istifadə strategiyasına real müstəvidə keçiddə xammalla təminat problemi də həllini tapacaqdır. Belə ki, bir qayda olaraq layihəni gerçəkləşdirən ölkə xammal təminatını öz üzərinə götürür və ciddi problem olan nüvə tullantılarının utilizasiyasını həyata keçirir. Stansiyanın işinə nəzarəti isə daimi olaraq AEBA ekspertləri reallaşdırırlar.

Hansı sayda və gücdə nüvə reaktoru və stansiyası məsələsi də araşdırıla bilər. Hesab olunur ki, gələcəkdə enerji istehsalı sahəsində diversifikasiyaya ciddi ehtiyac yaranarsa, bu güc 1000-2000 MVt arasında nəzərdə tutula bilər.

İlk AES üçün inşaat məkanı kimi yenə də qeyd edilən Nəvai ərazisinin və yaxud dəniz sahilində yerləşən cənub rayonlarından birinin ərazisində küləyin, əsasən, dənizə tərəf istiqamətləndiyi bir mövqenin nəzərdən keçirilməsi məqsəduyğun hesab olunur. Nəvai ərazisinin AES tikintisi üçün adekvatlığı, fikrimizcə, keçmiş SSRİ tərəfindən mümkün qədər əsaslandırılmışdır. Əlbəttə, bütün bu ilkin araşdırma predmetləri və obyektləri böyük bir konsepsiyanın nəzəri müddəalarının prioritetləri və niyyət manifestidir. Konsepsiyanın qurulması, strategiyanın işlənməsi, layihələndirmə prosesləri isə daha kəskin məsuliyyətli, ciddi bir məsələdir.

10. Nəticə

Aparılan təhlil və əsaslandırılmalar göstərir ki, milli enerji təhlükəsizliyinin davamlı təminatında nüvə energetikasından istifadəyə də yer ayrılmalı və enerji effektivliyini artıran aşağıdakı prioritetlər nəzərdə tutmalıdır.

Nüvə enerjisindən istifadə strategiyasında başlıca meyar enerji təhlükəsizliyi məsələsidir. Bu məsələ gələcəkdə daha səmərəli həllinə qovuşacaq, onun ekoloji təhlükəsizlik sistemi təkmilləşdiriləcək və daha mühafizəli olacaqdır. Belə ki,

gələcəkdə Azərbaycan nüvə enerjisinin istehsalı üçün yeni modern nəsil reaktorlardan və texnologiyalardan istifadə edə bilər.

Nüvə enerjisindən istifadə elmi-texniki tutumlu sistemdir. Bu strategiya milli elmi bazamızı nüvə fizikası araşdırmaları ilə zənginləşdirəcəkdir. Nəticə etibarilə ölkədə nüvə fizikası sahəsində elmi-tədqiqat institutunun, digər müvafiq elmi mərkəzlərin yaranışını, təhsil sisteminin rəqabət qabiliyyətinin yüksəlişini labüd edəcək, yüksək texnologiyalar sahəsində yeni təməlçi prinsipləri formalaşdıracaqdır və nüvə dövləti kimi ölkənin beynəlxalq aləmdə nüfuzunun daha da artmasına tövəhəsini verəcəkdir.

Nüvə enerjisindən istifadə strategiyası respublikaya həm də siyasi güc gətirəcəkdir. Ölkənin beynəlxalq qurumlara inteqrasiyasında nüfuz və kamilliyi yüksələcəkdir.

Nüvə enerjisindən istifadə strategiyası ölkədə bu istiqamətdə yeni institusional dəyişiklikləri labüd edəcəkdir. Bu sistem, birmənalı olaraq, ölkə qanunvericiliyində yeni normativ-hüquqi aktların təzahürü, infrastruktur təsisatlarının formalaşması ilə müşayiət ediləcəkdir.

Nüvə enerjisindən istifadə strategiyası şəhər və region yaratma baxımından da effektivdir. Bu mənada o, ərazi və ölkə məşğulluğunu mülayimləşdirəcək, sosial sferanın mütərəqqiliyinə təsir göstərəcək, iqtisadi gücü daha da artıracaqdır. Praktiki tətbiq sferasında bu prioritetlər daha fundamental iqtisadi əsaslandırılmaya məruz qalacaq və dəyişən siyasi-iqtisadi situasiyaya uyğun fərqli və alternativ düzümdə formalaşdırılması daha elmi məntiqi həllini tapacaqdır.

Ədəbiyyat siyahısı:

1. Əliyev H.Ə. Azərbaycan nefti dünya siyasətində. Bakı: 1997, 478 s.
2. Hacızadə E.M. Sosiallaşan iqtisadiyyat. Bakı: Elm, 2006, 509 s.
3. Hacızadə E.M. Energetik kompleks yeni islahatlar ərəfəsində. Bakı: Elm, 2000, 257 s.
4. İsmayılov S.F. Azərbaycanın qeyri-neft sənaye sahələrinin inkişafında yeni mərhələ. Bakı: Elm 2011, 136 s.
5. Müstəqil Azərbaycan - 20. Azərbaycan Respublikasının Dövlət Statistika Komitəsi. Bakı: "9 №-li kiçik müəssisə", 2011, 640 s.
6. Qarayev Z. Qeyri-üzvi kimya. "Maarif" nəşriyyatı. 1983, 437 s.
7. Şirinov X. Nüvə energetikası qurğuları. Bakı: "Maarif" nəşriyyatı, 1978, 293 s.
8. Алиев И. Каспийская нефть Азербайджана. М.: Известия, 2003, 798 с.
9. Бекаев Л.С., Марченко С.В., Пинегин С.П. и другие. Мировая энергетика и переход к устойчивому развитию. Новосибирск: Наука, 2000, 433 с.

10. Белая книга ядерной энергетики (*Под общей редакцией проф. Е.О.Адамова*) М.: ГУП НИКИЭТ, 2001, 324 с.
11. Браун Т., Лемей Г.Ю. Химия в центре наук. М.: «Мир». Том 2, 520 с.
12. Исмаилов С.Ф. Реформирование и развитие промышленных предприятий в условиях переходной экономики, Баку: Элм, 2006, 340 с.
13. Максимов В.А., Аношин В.В., Чернов И.Л. Исследования рынков основных энергоносителей, Уфа: БГУ, 2000, 561 с.
14. Мирзаджанзаде А., Султанов Ч. Этюды нефтяной концепции Азербайджана. Баку: 1994, 100 с.
15. Пустовалов Г.Е. Атомная и ядерная физика. М.: Издательства Московского Университета. 1968, 311 с.
16. Сивухин Д.В. Общий Курс Физики-Атомная и Ядерная Физика. Часть 2, М.: “Наука”, 453 с.
17. Социально-экономическая география зарубежного мира. (*под редакцией члена корреспондента РАН заслуженного профессора МГУ В.В.Волжского*) М.: Дрофа, 2003, 190 с.
18. Трофимова Т.И. Курс Физики. М.: “Академия”, 560 с.
19. Фримантл М. Химия в действии. М.: “Мир” 1991, 528 с.
20. Широков Ю.М., Юдин Н.П. Ядерная Физика. М.: “Наука”, 1980, 727 с.
21. <http://www.president.az> - Azərbaycan Respublikası Prezidentinin rəsmi saytı.
22. <http://www.iea.org> - Beynəlxalq Enerji Agentliyi.
23. <http://www.iaea.org> - BMT-nin Atom Enerjisi üzrə Beynəlxalq Agentliyi.
24. <http://www.europa.eu.int> - Avropa İttifaqı.
25. <http://www.socar.az> - ARDNŞ.
26. <http://www.oilfund.az> - ARDNF.
27. <http://www.azerenerji.com> - “Azərenerji” ASC.
28. <http://www.elshanhajizadeh.com> - prof. Elşən Nəcəzadənin saytı.
29. <http://www.energystategy.ru> - Rusiya Federasiyasının enerji strategiyası.

QEYD: Müəlliflər məqalənin hazırlanmasında göstərdiyi köməyə görə, Azərbaycan Respublikası Nazirlər Kabineti Aparatının Sənaye və energetika şöbəsinin müdiri, texnika elmləri üzrə fəlsəfə doktoru Səyyaf İsmayılova öz minnətdarlıqlarını bildirirlər.

Гаджизаде Эльшан Махмуд оглы

д.э.н. проф. Азербайджанский Государственный Экономический Университет

Гусейнов Фаиг Нураддин оглы

т.х.н., Бакинский Государственный Университет

Ядерная энергетика: экологически-экономические оценки и перспективы развития

Резюме

Цель исследования – оценка технических и технологических, экологических и экономических показателей особенностей ядерной энергетики в условиях современной глобализации и аналитическое представление важных аспектов перспектив использования данного сегмента в развитии национальной энергетики.

Методология исследования – факторные, оценочные и статистические методы анализа.

Результаты исследования – 1. Оценка аспектов безопасности ядерной энергетики в техническом, технологическом, экологическом и экономическом контекстах в условиях современной глобализации. 2. Исследование обоснования перспективности её рационального использования в направлении разветвления источников обеспечения национальной энергетической безопасности.

Ограничения исследования – в основном можно отметить ограниченную и конфиденциальную характерность системы экономических и статистических показателей, информационной базы предмета темы исследования.

Практическая важность исследования – возможность использования как научного источника концептуальных основ перехода на ядерную энергетику в направлении обеспечения национальной энергетической безопасности.

Оригинальность и научная новизна исследования – выступая из глобальных призывов, впервые была оценена и проанализирована перспективность использования ядерной энергии в развитии национальной энергетики в техническом, технологическом, экологическом и экономическом аспектах.

Ключевые слова: экономическая политика, ядерная энергетика, налогообложение, экономика Азербайджана.

Hajizadeh Elshan Mahmud oğlu

prof. dr., Azerbaijan State Economic University

Huseynov Faig Nuraddin oğlu

phD in Chemical Sciences Baku State University

Nuclear Power: environmental and economic estimates and prospects

Abstract

Purpose – evaluation of technical and technological, environmental and economic performance characteristics of nuclear power in today's globalization and the analytical representation of the important aspects of the prospects for this segment in the development of system of national energy.

Methodology – factor, evaluation and statistical analysis methods.

Findings – 1. Estimate of safety of nuclear power in the technical, technological, environmental, and economic contexts in today's globalization. 2. Research study of the prospects of rational use of branching in the direction of sources of national energy security.

Research limitations – in can mainly be restricted and confidential note the specificity of the system of economic and statistical indicators, the information base object of the research topic.

Practical implications – ability to use as a research source framework transition to nuclear energy in the direction of ensuring national energy security.

Originality – according to the global appeals, the first time has been evaluated and analyzed the prospects of using nuclear energy in national energy development in technical, technological, environmental and economic aspects.

Keywords: *economic policy, nuclear power, taxation, Azerbaijan economy*

JEL Classification Codes: N7, O1, P11, Q38, Q43, Q51