

Գ.Ռ. ԿԱՆԵՑՅԱՆ, Ա.Գ. ԽԱՉԱՏՐՅԱՆ, Ա.Մ. ԱՄԻՐՋԱՆՅԱՆ,
Ա.Ա. ԳԵՎՈՐԳՅԱՆ

**ՀԱԷԿ-Ի ՀԱՄԱԿԱՐԳԵՐԻ ՓՈՐՁԱՐԿՈՒՄՆԵՐԻ ԾՐԱԳՐԻ ՍՏՈՒԳՈՒՄ
ՌԻՍԿ-ՏԵՂԵԿԱՑՎԱԾ ՄՈՏԵՑՄԱՍԲ**

Միջուկային կարգավորող մարմնի՝ ատոմային էլեկտրական կայաններում (ԱԷԿ) իրականացվող ստուգումների գործընթացի մաս են կազմում համակարգերի պարբերական փորձարկումների իրականացման ստուգումները: Պարբերական փորձարկումները ԱԷԿ-ի համակարգերի և տարրերի աշխատունակության հավաստման հիմնական միջոցն են: Փորձարկումների պարբերականության սահմանումը բարդ խնդիր է և ենթադրում է բազմաթիվ գործոնների վերլուծություն: ՀԱԷԿ-ի փորձարկումների ծրագիրը սահմանվում է փորձագիտական մոտեցմամբ և ներառում է փորձարկումների տևողությունն ու պարբերականությունը: ՀԱԷԿ-ի համակարգերի փորձարկումների պատշաճ իրականացման, ինչպես նաև ծրագրի արդյունավետության ստուգման համար մշակվել է անվտանգության հավանականային վերլուծության (ԱՀՎ) արդյունքների վրա հիմնված մեթոդաբանություն: Մշակված մեթոդաբանությունը կիրառվել է Հայկական ատոմային էլեկտրակայանի (ՀԱԷԿ) երեք համակարգերի նկատմամբ:

Առանցքային բաներ. միջուկային կարգավորող մարմնի ստուգումներ, փորձարկումներ, փորձարկումների ծրագիր, ԱՀՎ կիրառություն, ռիսկ-տեղեկացված ստուգումներ:

Ներածություն. Պարբերական փորձարկումները մեծ նշանակություն ունեն կայանի անվտանգության վրա համակարգերի տարրերի անսարքությունների հնարավոր բացասական ազդեցության կանխման տեսանկյունից, քանի որ դրանց միջոցով հայտնաբերվում են համակարգերի անհասկալի նորոգում կամ փոխարինում պահանջող տարրերը: Կարգավորող մարմնի՝ ատոմային էլեկտրական կայաններում իրականացվող ստուգումների գործընթացում կարևոր է հավաստիանալ, որ կայանում ստուգումներն իրականացվում են սահմանված պարբերականությամբ: Փորձարկումների պարբերականությունների որոշումը բարդ խնդիր է և պահանջում է բազմաթիվ գործոնների և նպատակների վերլուծություն: Փորձարկումների միջին պարբերականության որոշման վրա կարող են ազդել կայանի անվտանգության՝ տարրերի հուսալիության հետ կապված ենթադրությունները [1]:

Կարճ պարբերականությամբ հաճախակի փորձարկումները կհավաստիացնեն, որ պաշարային տարրերն աշխատունակ են: Մակայն փորձարկումների ընթացքում տարրերն անջատվում են համակարգից՝ անընդունակ դառնալով կատա-

րելու իրենցից պահանջվող գործառնությունները: Այս հանգամանքը կայանի անվտանգության հետ կապված թաքնված ռիսկեր է ծնում:

Փորձարկումների իրականացումը պահանջում է մարդկային և ֆինանսական ռեսուրսներ: Ռեսուրսախնայողության հետ կապված հետազոտություններ [2] են արվել՝ փորձելով մեծացնել նվազ կարևորությամբ համակարգերի տարրերի ստուգումների պարբերականությունները: Այդպիսի մոտեցումներում, որպես կանոն, կիրառվում են կայանի անվտանգության հավանականային վերլուծության արդյունքները: Հետազոտություններից մեկում [2] ցույց է տրվել, որ նվազ կարևորությամբ համակարգերի տարրերի փորձարկումների պարբերականության մեծացմամբ պայմանավորված՝ ռիսկերի աճը փոխհատուցվում է ավելի կարևոր տարրերը առավել հաճախակի ստուգելով:

Որոշ հետազոտություններում [3,4] ներկայացված են հստակ թիրախներ: Այդպիսի մի հետազոտությունում [3] իրականացված է փորձարկումների պարբերականության օպտիմալացում՝ Մոնտե Կառլոյի մեթոդով մոդելավորմամբ: Դա թույլ է տալիս բավարարել տարրի հասանելիության նվազագույն թիրախը՝ առանց լիամասշտաբ օպտիմալացման [3]: Մեկ այլ հետազոտության նպատակն է նվազեցնել փորձարկումների ծախսատարությունը պարբերականության օպտիմալացմամբ՝ հաշվի առնելով, որ բարձրացած ռիսկը պետք է մնա թույլատրելի սահմանների շրջանակում [4]:

Քանի որ օպտիմալ պարբերականությունների սահմանումը կախված է բազմաթիվ գործոններից, որոշ հետազոտողներ սկսելով են կարևոր գործոնները հավասարակշռված կերպով հաշվի առնելու վրա: Փորձարկումների ռազմավարության՝ համակարգերի տարրերի հասանելիության վրա ունեցած ազդեցության պարամետրական հետազոտություններ են արվել, և անհասանելիության ռիսկերի նվազեցմանն ուղղված փորձարկումների օպտիմալ ռազմավարություններ են առաջարկվել հետազոտական աշխատանքներից մեկում [5]:

Ներկայումս շահագործումից դուրս բերված «Իզնալինա» ԱԷԿ-ի համար մշակված աշխատանքում [6] տրված է փորձարկումների պարբերականությունը տարրերի հասանելիության և հուսալիության հետ կապող մաթեմատիկական մոդել: Մոդելում հաշվի են առնված միաժամանակյա բազմակի խափանումները [6]:

Անձնակազմի սխալներից և անսարքությունների չհայտնաբերմամբ պայմանավորված անհասանելիությունից բխող տարրերի անպատրաստությունը դիտարկվել է համակարգի փորձարկման օպտիմալ պարբերականության որոշման նպատակով [7]:

Մեկ այլ հետազոտությունում [8] մշակվել և իրական տարբերակի կիրառմամբ ցույց է տրվել ժամանակից կախված ինտեգրալ մոդել, որը միաժամանակ ընդգրկում է ծերացման, հսկողության, փորձարկման, ընթացիկ նորոգման և

հիմնանորոգման, ինչպես նաև տեխնիկական սպասարկման գործոնները: Բազմագործոն մոդելի կիրառումը ցույց է տվել, որ փորձագիտական գնահատման միջոցով ընտրված լավագույն լուծումը թույլ է տալիս մեծացնել փորձարկումների պարբերականությունը՝ միաժամանակ նվազեցնելով ակտիվ գոտու վնասման հաճախականությունը, փորձարկումների ծախսատարությունը, ինչպես նաև անձնակազմի ճառագայթման բաժնեչափերը:

Տարբեր տարրերի ստուգումների գործընթացները կարող են ըստ ժամանակի ցրված լինել: Այս հանգամանքը հաշվի առնելիս նկատվել է, որ փորձարկումների պարբերականության օպտիմալացման հարաբերական արդյունքները նվազում են [9]:

Հետազոտություններից մեկում [10] փորձարկումների օպտիմալացման համար ներկայացված է ռիսկերի վրա հիմնված մոտեցում: Մոտեցումը գլխավորապես հիմնվում է ԱՀՎ-ի արդյունքների վրա, և մշակվել են տարրերի՝ համակարգի անհասանելիությամբ պայմանավորված ռիսկերը՝ ակտիվ գոտու վնասման հաճախության վրա դրանց ազդեցությունները նվազեցնելու համար: Մոտեցման կիրառումը ցույց է տրված օրինակով: Ժամանակի ընթացքում ռիսկերի վրա հիմնված մոտեցումներից անցում կատարվեց առավել հուսալի ռիսկ-տեղեկացված մոտեցումների կիրառմանը:

ԱԷԿ-ների որոշ համակարգեր կամ համակարգերի տարրեր ունեն ինքնաարատորոշման հատկություն: Ինքնաարատորոշման հատկությունն օգտակար է փորձարկումների շրջանակի կրճատման տեսանկյունից: Վերևում թվարկված հետազոտություններում դիտարկված էին առանց ինքնաարատորոշման հատկության համակարգերը: Թվալին համակարգերի համար ինքնաարատորոշման ունակության ազդեցությունը փորձարկումների պարբերականության վրա շեշտադրված է հետազոտություններից մեկում [11]: Այդ աշխատանքում փորձարկումների պարբերականության որոշումն իրականացվել է ռիսկ-տեղեկացված մոտեցումների կիրառմամբ:

Ինքնաարատորոշման հատկություն չունեցող համակարգերի տարրերի համար, սարքավորումների փորձարկման պարբերականությունները կրճատելու և արդյունքում տարրերն ավելի հաճախ անհասանելի վիճակի հասցնելու փոխարեն՝ նախընտրելի է ռիսկ-տեղեկացված թիրախային ստուգումների իրականացումը: Դա երկու հաջորդական փորձարկումների միջև ընկած ժամանակային միջակայքում դրական ազդեցություն կունենա կայանի անվտանգության տեսանկյունից: Ռիսկ-տեղեկացված ստուգումների ծրագրման ընթացքում հաշվի են առնվում ԱՀՎ արդյունքները, և հայտնաբերվում են ստուգման ենթակա ամենից նշանակալի տարրերը: Թեև դրանք չեն կարող փոխարինել պարբերական փորձարկումներին և պարբերաբար ցուցադրել տարրերի աշխատունակությունը, սակայն

կարող են օգտակար լինել որպես ստուգումների գործընթացը լրացնող գործիք: Գլխավորապես փաստաթղթերի, կարգավորումների, պիտակների, տարրերի տեղակայման դիրքերի ստուգումները կարող են նվազեցնել համակարգերի խափանման հավանականությունները՝ նվազեցնելով անձնակազմի A տիպի (Type A) սխալներով պայմանավորված ռիսկերը:

Խնդրի դրվածքը. Փորձարկումները ԱԷԿ-ի համակարգերի և տարրերի աշխատունակության հավաստման հիմնական միջոցն են: Այս աշխատանքի հիմնական նպատակն է ներկայացնել ԱՀՎ կիրառող մեթոդաբանություն՝ ՀՀ Միջուկային անվտանգության կարգավորման կոմիտեի կողմից Հայկական ատոմային էլեկտրակայանում օգտագործվող համակարգերի տարրերի փորձարկումների պարբերականության արդյունավետության ստուգման համար: Այդ նպատակով փորձարկումների իրականացման ժամանակ տարրի անպատրաստությամբ պատճառված ռիսկերի աճը պետք է համեմատվի անվտանգության տեսանկյունից կարևոր այդ տարրերը հնարավոր անպատրաստ վիճակում ավելի երկար պահելու ռիսկերի հետ: Աշխատանքում առաջարկված են ՀԱԷԿ-ի համակարգերի փորձարկումների իրականացման հիմնավորված նոր պարբերականություններ՝ գործողների հետ համեմատելու համար:

Նպատակին հասնելու համար գործողությունները բաժանվել են երկու փուլի՝

- մեթոդաբանության մշակում,
- ՀԱԷԿ-ի համակարգերի փորձարկումների ծրագրի արդյունավետության ստուգում:

Առաջին փուլի նպատակն է հայտնաբերել գործողությունների բոլոր պահանջվող քայլերը և նկարագրել դրանք [12]:

Երկրորդ փուլն ուղղված է առաջին փուլում նկարագրված մեթոդաբանության կիրառմանը: Վերլուծության առարկան փորձարկումների ռազմավարությունում արված փոփոխությունների՝ կայանի անվտանգության վրա ունեցած ազդեցության գնահատումն է:

ՀԱԷԿ-ի համակարգերի փորձարկումների ծրագրի ստուգման մեթոդաբանությունը. ՀԱԷԿ-ի համակարգերի փորձարկումների ծրագրի ստուգման մշակված մեթոդաբանությունը հիմնվում է միջազգային փորձի վրա [13-18]:

Հավանականային մեթոդներով փորձարկումների ծրագրի վերլուծություն իրականացնելու համար անհրաժեշտ է որոշել համակարգերի տարրերի շրջանակը: Համակարգերի տարրերի ընտրության համար կարևոր են համարվել հետևյալ տվյալները՝ ԱՀՎ արդյունքները, ՀԱԷԿ-ում ընդունված տարրերի դասակարգումը, փորձարկումների իրականացման հատուկ պայմանները, ներառյալ՝ տնտեսական: Որոշ տարրեր կարող են դուրս թողնվել օպտիմալացման գործընթացից՝ ելնելով փորձարկումների ծախսատարությունից, տարրերի հասանելիության

վրա փորձարկումների ազդեցությունը, եթե տարրը անհասանելի է փորձարկման ընթացքում, այն կարող է ազդեցություն ունենալ անվտանգության վրա, դետերմինիստական մեթոդները և չափանիշները:

ԱՀՎ մոդելի միջոցով կարևոր տարրերի ընտրության համար կարող են օգտագործվել տարատեսակ չափանիշներ՝ Fussel Vesely (FV), ռիսկի աճի գործոն (RIF) և ռիսկի նվազման գործոն (RDF) [19]:

ԱՀՎ արդյունքները, ինչպես նաև փորձարկումների ծրագրի ստուգման արդյունքները կախված են տվյալ էներգաբլոկին բնորոշ հավաքագրված տեղեկության որակից: Պետք է հավաքագրվի ողջ հասանելի տեղեկությունը. կարևոր է տվյալ էներգաբլոկին բնորոշ տեղեկության առկայության դեպքում չկիրառել այլ էներգաբլոկների ընդհանրացված տվյալները: Ասվածը վերաբերում է ոչ միայն փորձարկումների պարբերականության արդյունավետության գնահատման խնդրում անմիջականորեն ընդգրկված տեղեկությունին, այլ նաև ԱՀՎ կիրառության այլ ոլորտների, օրինակ՝ տարրերի խափանումների տվյալների վերլուծությանը: Տվյալների հավաքագրման սկզբում որոշվել է պահանջվող տվյալների շրջանակը, և այնուհետև հավաքվել են էներգաբլոկին հատուկ տվյալները: Որոշվել է հավաքագրել երկու հիմնական կատեգորիայի տեղեկություն՝ կայանի էներգաբլոկում դիտարկված համակարգերի փորձարկումների իրականացմանը վերաբերող տեղեկություններ; այլ օժանդակ տեղեկություններ, որոնք կարող են ազդել գործընթացի և վերլուծության արդյունքների վրա:

Դիտարկվել է էներգաբլոկին բնորոշ տեղեկության հավաքագրման երեք հնարավոր տարբերակ՝ կայանի մասնագետների հետ հաղորդակցություն, վերլուծություն իրականացնող արտաքին մասնագետների հետ հաղորդակցություն; կայանի և արտաքին մասնագետների հետ հաղորդակցություն:

Էներգաբլոկին բնորոշ տեղեկության հավաքագրման լավագույն տարբերակը կարող է լինել տարրերի վերաբերյալ (ներառյալ գրառումները և ողջ համապիտանի տեղեկությունը) կայանի պատասխանատու անձնակազմի և ԱՀՎ իրականացնող անկախ արտաքին մասնագետների համագործակցությունը:

Առաջարկվող մոտեցումն ունի երեք հիմնական բաղադրիչներ:

Բաղադրիչ 1. Սահմանել ստուգման առարկան: Այս բաղադրիչն ընդգրկում է վերլուծության շրջանակի սահմանումը և օժանդակ տեղեկության հավաքագրումը:

Բաղադրիչ 2. Իրականացնել ճարտարագիտական վերլուծություն: Ներառում է հետևյալ քայլերը՝ փոփոխության հետ կապված ողջ տեղեկության հավաքագրում, ստուգման առարկայի դետերմինիստական վերլուծություն, ԱՀՎ մոդելի ստուգում, նախորդ քայլերի արդյունքներից կախված՝ ԱՀՎ մոդելի թարմացում, հաստատված ԱՀՎ մոդելի հաշվարկում, ԱՀՎ մոդելի մեջ փոփոխությունների իրականացում, որպեսզի ընդգրկվի ստուգման առարկան, թարմացված և փոփոխված ԱՀՎ մոդելի հաշվարկում և արդյունքների ներկայացում:

Բաղադրիչ 3. Իրականացնել այլընտրանքային տարբերակների ճարտարագիտական վերլուծություն և ստուգման ընթացքում համեմատության չափանիշների որոշում: Նպատակն է ԱՀՎ-ի մոդելում ստուգման առարկայի արտացոլումը և ձևափոխված ԱՀՎ մոդելի վերահաշվարկումը:

Նկարագրվել է փորձարկումների ծրագրի արդյունավետության գնահատման՝ կարգավորող մարմնի տեսանկյունից հետաքրքրություն ներկայացնող եզրակացությունների երկու հիմնական ոլորտ՝ փորձարկումների պարբերականությանը վերաբերող եզրակացություններ, փորձարկումների տևողությանը վերաբերող եզրակացություններ:

Առաջին դեպքում անվտանգության վրա ազդեցությունը պայմանավորված նրանով, որ փորձարկումներն էականորեն նվազեցնում են տարրի անպատրաստ վիճակում գտնվելու հավանականությունը դրա գործարկման անհրաժեշտության դեպքում: Երկրորդ դեպքում անվտանգության վրա ազդեցությունը պայմանավորված է նրանով, որ փորձարկումների ժամանակ տարրը գտնվում է անպատրաստ վիճակում:

ՀԱԷԿ-ի համակարգերի փորձարկումների ծրագրի արդյունավետության գնահատումը. Համակարգերի ընտրությունը կատարվել է ըստ անվտանգության վրա դրանց ունեցած ազդեցության: Համակարգերի կարևորության գնահատման համար (հիմնվելով կարևորության FC և RIF ցուցիչների վրա) կիրառվել է ԱՀՎ մոդելը [19]: Ընտրության գործընթացում հաշվի է առնվել նաև փորձարկումների ակնկալվող ազդեցությունը համակարգի հասանելիության վրա: Իրականացվել է հետևյալ համակարգերն ընդգրկող դեպքերի վերլուծություն՝ վթարային լրասնման համակարգ, լրասնման համակարգ, ցայտաջրմուղային (սպրինկլերային) համակարգ, ընտրված երեք համակարգերը համատեղ:

ՀԱԷԿ-ի ընտրված համակարգերի փորձարկումների ծրագրի արդյունավետության գնահատման նպատակն էր գնահատել փորձարկումների պարբերականության փոփոխման հնարավոր փոփոխությունների ազդեցությունը: Դիտարկվել է երկու դեպք.

- Դեպք 1. տարեկան երկու անգամից ավելի հաճախ փորձարկումներ.
- Դեպք 2. տարեկան երկու անգամից պակաս փորձարկումներ:

Տեսականորեն կարող էին դիտարկվել նաև հաճախականության՝ այլ թվային արժեքով տարբերվող փորձարկումներ (օրինակ՝ չորս կամ հինգ անգամ ավել կամ պակաս և այլն): Մակայն այդպիսի պարբերականությամբ ստուգումները իրականացման տեսանկյունից գործնականում իրատեսական չեն: Ընտրված համակարգերում փորձարկումների տևողությունը 30...40 րոպե է, որը հսկվող պարամետրերի կայունացման համար պահանջվող նվազագույն ժամանակն է: Գործնականում ավելի կարճատև փորձարկումը չի ապահովի բավարար հուսալի և լիակատար տեղեկատվություն՝ համակարգի կամ տարրի բնականոն աշխատանքը

հավաստելու համար: Հետևաբար, փորձարկման տևողության կրճատման ազդեցության վերլուծությունը չունի գործնական կիրառելիություն: Ուստի ուշադրությունը սևեռվել է միայն փորձարկումների պարբերականության փոփոխման վրա: ՀԱԷԿ-ի դիտարկված համակարգերի փորձարկումների պարբերականության արդյունավետության գնահատման համար արվել են հետևյալ ենթադրությունները.

- ընդունվում է, որ փորձարկման ժամանակ ստուգվող բոլոր տարրերը փորձարկման մաս են կազմում,

- ընդունվում է, որ տարրերը փորձարկման ընթացքում ստուգվում են մեկ անգամ:

Յուրաքանչյուր համակարգի համար կազմվում է փորձարկման ենթակա տարրերի, դրանց խափանման տիպերի ցանկ: Ցանկից հեռացվում են այն տարրերը, որոնց աշխատունակությունը նորմալ շահագործման կամ վթարային ռեժիմներում չի կարող հավաստվել: Երբ հայտնաբերվում են տարրերը, որոնց խափանման պարամետրերը կախված են փորձարկումների պարբերականությունից, ստուգվում է մոդելում դրանց ներկայացումը, և արդյո՞ք մոդելը թույլ է տալիս տվյալ նպատակով ԱՀՎ կիրառումը: Ընտրված տարրերի տարրական պատահարների հավանականությունները փոխվել են՝ ավելացնելով պարբերականության փոփոխման չափից ստացված բազմապատկման գործակից:

Հետազոտության արդյունքները. Ընտրված համակարգերի փորձարկումների պարբերականության փոփոխման արդյունքները ամփոփված են աղյուսակում:

Աղյուսակ

Դիտարկված դեպքերի վերլուծության արդյունքները

Դիտարկված դեպքը	Ակտիվ գոտու վնասման հաճախության փոփոխությունը, արտահայտված %-ով	Նվազում / Աճ
Վթարային լրասնման համակարգ		
Դեպք 1	1,82%	Նվազում
Դեպք 2	3,26%	Աճ
Լրասնման համակարգ		
Դեպք 1	0,03%	Նվազում
Դեպք 2	0,03%	Աճ
Ցայտաջրմուղային (սպրինկլերային) համակարգ		
Դեպք 1	3,04%	Նվազում
Դեպք 2	8,06%	Աճ
Վթարային լրասնման համակարգ, Լրասնման համակարգ, Ցայտաջրմուղային (սպրինկլերային) համակարգ		
Դեպք 1	4,88%	Նվազում
Դեպք 2	11,10%	Աճ
Դեպք 1. Տարեկան կրկնակիից ավելի փորձարկում		
Դեպք 2. Տարեկան կրկնակիից պակաս փորձարկում		

Վթարային լրասնման համակարգ. Հաշվարկները ցույց են տվել, որ ստացված ազդեցությունը մեծ չէ, թեև վթարային լրասնման համակարգը բարձր կարևորության համակարգ է և 32 ՆՆՎ պայմանական տրամագծից մեծ տրամագծով ջերմակրի արտահոսքով վթարի դեպքում առաջին կոնտուրի ջերմակրի կորստի փոխհատուցման համար նախատեսված միակ համակարգն է:

Լրասնման համակարգ. Հաշվարկները ցույց են տվել, որ ազդեցությունը աննշան է, քանի որ լրասնման համակարգը բնականոն շահագործման համակարգ է, որի միջոցով կարելի է փոխհատուցել միայն մինչև 32 ՆՆՎ պայմանական տրամագծով պատռվածքից ջերմակրի արտահոսքերը: Բացի այդ, համակարգի այդ գործառույթը կարող է կատարել վթարային լրասնման համակարգը:

Ցայտաջրմուղային (սպրինկլերային) համակարգ. Հաշվարկները ցույց են տվել, որ սա դիտարկված տարբերակներից ամենից մեծ ազդեցությամբ տարբերակն է, որի հիմնավորումն այն է, որ համակարգի գործառույթներից մեկով նախատեսվում է ջերմակրի արտահոսքով վթարի պարագայում հովացնել բորաթթվի լուծույթով բաքը (ՅԶԿ-8/2): Այս համակարգի խափանման դեպքում ակտիվ գոտու հովացման գործառույթը լիովին տապալվում է՝ պոմպի խափանման պատճառով:

Երեք համակարգերի համադրմամբ դեպք. Նախորդ դեպքերի համեմատ ավելի զգալի ազդեցությունը ակտիվ գոտու վնասման հաճախության վրա ընդգծում է բոլոր առաջարկվող փոփոխությունները միննույն ԱՀՎ մոդելում հաշվի առնելու կարևորությունը: Տարբեր համակարգերի կամ տարբեր փորձարկումների պարբերականության փոփոխման արդյունաբար ազդեցությունը հնարավոր չէ ճիշտ գնահատել, եթե համապատասխան փոփոխություններն արված են ԱՀՎ տարբեր մոդելներում:

Եզրակացություն. Մշակվել է ՀՀ Միջուկային անվտանգության կարգավորման կոմիտեի կողմից ՀԱԷԿ-ում փորձարկումների ծրագրի արդյունավետության ստուգման մեթոդաբանություն, և դրա հիման վրա իրականացվել է ՀԱԷԿ-ի ընտրված համակարգերի փորձարկումների ծրագրի արդյունավետության ստուգում: Փորձարկումների օպտիմալ պարբերականությունների որոշման նպատակով կանխադրվել են նոր պարբերականություններ, որոնց ազդեցությունը ՀԱԷԿ-ի անվտանգության վրա գնահատելու համար ԱՀՎ մոդելում փոփոխվել են համապատասխան տարրական պատահարները: Վերլուծության բոլոր դեպքերի համար իրականացվել է ՀԱԷԿ-ի ԱՀՎ մոդելի վերահաշվարկում, և ակտիվ գոտու վնասման հաճախության ստացված արժեքները համեմատվել են ելակետային արժեքների հետ (հաշվարկվել է ակտիվ գոտու վնասման հաճախության փոփոխությունը):

ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅԱՆ ՑԱՆԿ

1. https://www.onr.org.uk/operational/tech_asst_guides/ns-tast-gd-009.pdf (16.12.2021).
2. IAEA-TECDOC-1436 Risk informed regulation of nuclear facilities: Overview of the current status.- Vienna, 2005.
3. **Yun-Fu W.U. & LEWINS J.D.** Mechanical System Surveillance Test Interval Optimization// Journal of Nuclear Science and Technology.-1993.-30:12.-P.1225-1233, DOI: 10.1080/18811248.1993.9734616.
4. **Vaurio J.K.** Optimization of test and maintenance intervals based on risk and cost// Reliability Engineering & System Safety.-1995.-Vol. 49, issue 1.-P.23-36, ISSN 0951-8320, [https://doi.org/10.1016/0951-8320\(95\)00035-Z](https://doi.org/10.1016/0951-8320(95)00035-Z).
5. **Kleppmann W.G.** The influence of test and repair strategies on the unavailability of safety systems// Nuclear Safety. -1983.-Vol. 24, №5.-P.628-636.
6. **Voronov R. & Alzbutas R.** Optimization of Test Interval of Ignalina Nuclear Power Plant Auxiliary Feedwater Pumps// Proceedings of the 17th International Conference on Nuclear Engineering. Volume 4: Codes, Standards, Licensing and Regulatory Issues; Student Paper Competition.- Brussels, Belgium, July 12–16, 2009. -P.601-605. ASME. <https://doi.org/10.1115/ICONE17-75713> (16.12.2021).
7. **Jong Ho Lee, Soon Heung Chang, Won Hyo Yoon, Seung Yull Hong.** Optimal test interval modeling of the nuclear safety system using the inherent unavailability and human error// Nuclear Engineering and Design.-1990.-Vol. 122, issues 1–3.- P. 339-348, ISSN 0029-5493, [https://doi.org/10.1016/0029-5493\(90\)90217-L](https://doi.org/10.1016/0029-5493(90)90217-L) (16.12.2021).
8. https://arhiv.djs.si/proc/nene2012/Publication_datoteke/Proceedings/1404.pdf (16.12.2021).
9. https://inis.iaea.org/collection/NCLCollectionStore/_Public/31/025/31025625.pdf?r=1&r=1 (16.12.2021).
10. **Cepin M., Mavko B.** Risk Based Surveillance Test Interval Optimization// Nuclear Society of Slovenia 2nd Regional Meeting: Nuclear Energy in Central Europe.- Portoroz, Slovenia, 11-14, September, 1995.
11. **Shi J. and Wang G.** Risk-informed periodic surveillance testing interval of digital safety systems with self-diagnosis capacity // 2014 10th International Conference on Reliability, Maintainability and Safety (ICRMS).- 2014.- P. 1156-1160, doi: 10.1109/ICRMS.2014.7107385.
12. **Hustak S., Sedlak J.** Evaluation of measures regarding surveillance intervals for NPP Dukovany I&C systems ESFAS and SAS: Report UJV Z1888T. -2007.
13. Safety Standards Series No. NS-G-2.6. Maintenance, surveillance and in-service inspection in Nuclear Power Plants.-Vienna, 2002.
14. TECDOC-960. Regulatory surveillance of safety-related maintenance at nuclear power plants.- IAEA.- Vienna, 1997.
15. Safety Series no.50-SG-08. Surveillance of items important to safety in Nuclear Power Plants.- IAEA, Vienna, 1982.
16. Guide № AERB/SG/O-8. (1999). Regulatory Board Safety.- Government of India, 1999.

17. IAEA nuclear energy series, No. NP-T-3.14 Advanced Surveillance, Diagnostic and Prognostic Techniques in Monitoring Structures, Systems and Components in Nuclear Power Plants.- IAEA, Vienna, 2013.
18. Summary of VVER Regulators' Forum PSA Working Group 4th Mandate / **G. Kanetsyan, et al.**- PSA, Los Angeles, USA, 2019.
19. **Խաչատրյան Ա.Գ., Կանեցյան Գ.Ռ., Գևորգյան Ա.Ա.** ՀԱԵԿ-ում ռիսկ-տեղեկացված ստուգումների իրականացման գործընթացի մշակումը // ՀԳԱԱ և ՀԱՊՀ Տեղ. Տեխն. գիտ. սերիա.- 2021.- Հ. LXXIV, N2.- Էջ 158-167:

Հայաստանի ազգային պոլիտեխնիկական համալսարան: Նյութը ներկայացվել է խմբագրություն 23.02.20221:

Г.Р. КАНЕЦЯН, А.Г. ХАЧАТРЯН, А.М. АМИРДЖАНИЯН, А.А. ГЕВОРГЯН

ПРОВЕРКА ПРОГРАММЫ ИСПЫТАНИЙ СИСТЕМ ААЭС РИСК-ИНФОРМИРОВАННЫМ ПОДХОДОМ

Проверки исполнения периодических испытаний систем атомных электростанций (АЭС) являются частью процесса проверок, проводимых ядерным регулирующим органом на атомных электростанциях. Периодические испытания являются основным средством проверки работоспособности элементов систем АЭС. Определение частоты испытаний является сложной задачей и включает в себя анализ многих факторов. Программа испытаний Армянской АЭС (ААЭС) определяется экспертным подходом, включает длительность и периодичность испытаний. Для проверки надлежащего проведения испытаний систем ААЭС и эффективности проекта испытаний разработана методология на основе результатов вероятностного анализа безопасности. Разработанная методология применена к трем системам ААЭС.

Ключевые слова: проверки ядерного регулирующего органа, испытания, программа испытаний, применение вероятностного анализа безопасности, риск-информированные инспекции.

**G.R. KANETSYAN, A.G. KHACHATRYAN, A.M. AMIRJANYAN,
A.A. GEVORGYAN**

INSPECTION OF THE ANPP SYSTEMS TEST PROGRAM USING THE RISK-INFORMED APPROACH

Checking the periodic test performance of the nuclear power plant systems is part of the inspection process performed by the nuclear regulatory body at the nuclear power plants. Periodic tests are the main means of checking the operability of the elements of NPP systems. Determining the frequency of tests is a complex task and involves the analysis of many factors. The ANPP test program is determined by expert judgement and includes the duration and frequency of tests. A methodology based on the results of the PSA has been developed to check whether the testing of the ANPP systems is properly performed and to estimate the effectiveness of the test project. The developed methodology has been applied to three ANPP systems.

Keywords: nuclear regulatory body inspections, testing, testing program, PSA application, risk-informed inspections.