

**ՀԱՅԱՍՏԱՆԻ ԱԶԳԱՅԻՆ ՊՈԼԻՏԵԽՆԻԿԱԿԱՆ
ՀԱՄԱԼՍԱՐԱՆ**

**Կ ո լ յ ա ն Գ ա յ ա ն ե Լ ե ն ո յ ի
Է Լ Ե Կ Տ Ր Ա Է Ն Ե Ր Գ Ե Տ Ի Կ Ա Կ Ա Ն Հ Ա Մ Ա Կ Ա Ր Գ Ի
Ռ Ե Ժ Ի Մ Ն Ե Ր Ի Ե Ր Կ Ա Ր Ա Ժ Ա Մ Կ Ե Տ Կ Ա Ն Խ Ա Տ Ե Ս Մ Ա Ն
Ռ Ի Ս Կ Ե Ր Ի Գ Ն Ա Հ Ա Տ Ո Ւ Մ**

(Ա տ ե ն ա խ ո ս ու Լ թ յ ու Լ ն)

**Ե .14.01 «Է ն ե Ր գ ե տ ի կ հ ա մ ա կ ա Ր գ ե Ր , հ ա մ ա լ ի Ր ն ե Ր և դ Ր ա ն ց
կ առ ա վ ա Ր ու Լ մ ը » մ ա ս ն ա գ ի տ ու Լ թ յ ա մ ք**

**տ ե խ ն ի կ ա կ ա ն գ ի տ ու Լ թ յ ու Լ ն ե Ր ի թ ե կ ն ա ծ ու ի
գ ի տ ա կ ա ն ա ս տ ի ճ ա ն ի հ ա մ ա Ր**

**Գ ի տ ա կ ա ն ղ ե կ ա վ ա Ր ` տ.գ.թ., դ ո ց ե ն տ
Գ ն ու Լ ն ի Տ ի գ Ր ա ն Ս ե Ր գ ե յ ի**

**Ե Ր և ա ն 2018
Բ Ո Վ Ա Ն Դ Ա Կ Ո Ւ Թ Յ Ո Ւ Ն**

ՆԵՐԱԾՈՒ ԹՅՈՒՆ	4
ԳԼՈՒԽ1. ԳՐԱԿԱՆՈՒ ԹՅԱՆ ԱԿՆԱՐԿ.....	10
1.1 Աշխարհի երկրներում Էներգաապահովվածության զարգացման միտումները	10
1.2 Էներգետիկ շուկաների զարգացումը: ՀՀ Էներգետիկ շուկան և դրա զարգացման հեռանկարները	18
1.3 ՀՀ Էներգահամակարգի զարգացման ծրագրեր	25
1.4 Տարածաշրջանային համագործակցության ընդլայնման դերը	33
ԳԼՈՒԽ2. ՀՀ ԷԼԵԿՏՐԱԷՆԵՐԳԻԱՅԻ ԵՐԿԱՐԱԺԱՄԿԵՏ ՊԱՅԱՆՋԱՐԿԻ ԿԱՆԽԱՏԵՍՄԱՆ ԶԳԱՅՈՒՆՈՒ ԹՅԱՆ ՈՐՈՇՈՒՄԸ	39
2.1 Ազդեցիկ գործոնների նկատմամբ Էլեկտրաէներգիայի երկարաժամկետ կանխատեսման զգայունության որոշման մեթոդիկան	39
2.2 Փորձարարական հետազոտության ներքին անավորումը և իրականացումը	49
2.5 Եզրակացություն	59
ԳԼՈՒԽ3. ՀՈՐՈՒ ԹՅԱՆ ՊԱՅԱՆՋԱՐԿԻ ԿԱՆԽԱՏԵՍՈՒՄ	61
3.1 Էլեկտրական բեռի կանխատեսման մեթոդների համեմատական վերլուծության և՛ ավանդական մեթոդներ և արհեստական ինտելեկտ.....	61
3.2 Կանխատեսման մոդելների համակարգը և մեթոդաբանությունը	65
3.3 Հզորության պահանջարկի կանխատեսման նպատակով ԱՆՖԻՍ մոդելի մշակում	71
3.4 Հզորության պահանջարկի կանխատեսման ԱՆՖԻՍ մոդելի մոլտեսային տվյալների մշակման ավգորիթմը և կանխատեսման արդյունքները	81
3.4.1 Արտաքին օդի ջերմաստիճանի մոդելավորում՝ կանխատեսումային ժամանակահատվածի համար	82
3.4.2 Ամպամածության մակարդակի գնահատում կանխատեսումային ժամանակահատվածի համար	88
3.4.3 Օրվաբնույթը և լուսավոր ժամերը կանխատեսումային ժամանակահատվածի համար	92
3.4.4 Միջին օրեկան Էներգիայի քանակի կանխատեսում	92
3.5 Հզորության պահանջարկի ծածկման խնդրի դրվածքը և արդյունքները	97
3.6 Եզրակացություն	109
ԳԼՈՒԽ4. ԷՆԵՐԳԱՀԱՄԱԿԱՐԳԻ ՏԱՐԵՐԻ ԾԱՌԱՅՈՒ ԹՅԱՆ ՄԱՑՈՐԴԱՅԻՆ ԺԱՄԿԵՏԻ ՈՐՈՇՈՒՄ	111
4.1 Էներգահամակարգի տարրերի հոսքային տեսության որոշակի դրույթները՝ փոխարինման վերաբերյալ որոշման կայացման տեսանկյունից	112

4.2 Էներգահամակարգի տարրերի ծառայ ու թյ ան մնացորդայ ին ժամկետի որոշ ու մը	115
4.3 Էներգահամակարգի տարրերի փոխարինման վերաբերյ ալ որոշ ման կայ աց ու մը ոչ հստակ բազմ ու թյ ու նների տես ու թյ ան կիրառմամբ	123
4.4 Սարքավորման ծառայ ու թյ ան մնացորդայ ին ժամկետի գնահատման ռիսկերի հաշվարկ Տազ ու տիի կորստի ֆոև կցիայ ի կիրառմամբ ռիսկերի գնահատման մեթոդով	139
4.5 Եզրակաց ու թյ ու ն	142
ԵԶՐԱԿԱՑՈՒԹՅՈՒՆ	144
ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅԱՆ ՑԱՆԿ	146
ՀԱՎԵԼ ՎԱԾՆԵՐ	153

Ն Ե Ր Ա Ճ ՈՒ Թ Յ ՈՒ Ն

Աշխատանքի

արդիականությունը:

Էլեկտրաէներգետիկայի պահանջարկի և առաջարկի հաշվեկշռի և արտադրական հզորությունների համապատասխան ծավալի ապահովման գործընթացում անհրաժեշտ է հաշվի առնել շահագործման պարբերականությունը՝ ըստ անհրաժեշտության իրականացնելով համակարգի տարրերի նորոգում, փոխարինում և նոր հզորությունների ներդնում, ինչպես նաև միջոցառումներ ձեռնարկել նշված գործընթացի վրա Էլեկտրաէներգիայի երկարաժամկետ պահանջարկի ազդեցության անորոշությունը նվազեցնելու ուղղությամբ:

Հաշվի առնելով, որ Էլեկտրաէներգիայի պահանջարկի մեծությունը, ի թիվս այլոց, զգալի կախված է տնտեսական ցուցանիշներից, կլիմայական պայմաններից, որոնց փոփոխությունը ժամանակի ընթացքում ուղեկցվում է զգալի անորոշությամբ, կանխատեսումային և փաստացի մեծությունների ընթացքում կարող են զգալիորեն շեղվել ժամանակի ընթացքում և մեծացնել ելքային մեծության կանխատեսման սխալը:

Ժամանակի յուրաքանչյուր պահին համապատասխան հզորությունով ապահովվածություն գնահատումը նույնպես համալիր մոտեցման կարիք ունի: Մասնավորապես, համակարգի տարրերի տեխնիկական վիճակի գնահատման, փոխարինման վերաբերյալ որոշում կայացնելու վրա ազդող գործոնների գնահատման տեսանկյունից:

Ներկայումս առավել քան նախկինում գիտակցված է որոշումների կայացման գործընթացում ռիսկերի գնահատման անհրաժեշտությունը, որն առավել արդիական է դարձնում ատենախոսության մեջ

ն երկայնացված հետազոտություններին
արդիականությունը: Ռիսկերի գնահատման
գործընթացում անհրաժեշտ է հաշվի առնել
ապագայում անորոշություններին առկայությունը
որպես ռիսկի հիմնական նախապայման:
Անորոշությունը հնարավոր է բացահայտել
ռիսկերը գնահատելով, բայց դրա ազդեցությունն
ամբողջովին չեզոքացնելն գործնականում անհնար
է:

Աշխատանքի նպատակը: Սույն ատենախոսության
հիմնական նպատակն է զարգացնել առկամեթոդները և
մշակել մաթեմատիկական մոդելներ, որոնք
հնարավոր կդարձնեն էլեկտրաէներգետիկ
համակարգի ռեժիմների երկարաժամկետ
կանխատեսման ընթացքում մեղմացնել
անորոշության գործոնը, ինչպես և հնարավորինս
ճշգրիտ որոշում կայացնել համակարգում գործող
տարրերի փոխարինման վերաբերյալ:

Նշված նպատակին հասնելու համար
ատենախոսության մեջ առաջադրվել և լուծվել են
հետևյալ խնդիրները.

- ազդեցիկ գործոններին նկատմամբ
էլեկտրաէներգիայի երկարաժամկետ
պահանջարկի կանխատեսման զգայունության
որոշում՝ փորձարարական պլանավորման
մեթոդիկ իրառամբ,
- հզորության պահանջարկի կանխատեսման
ադապտիվ նեյրոն չհստակ ելքով մոդելի
մշակում,
- հզորության պահանջարկի կանխատեսման
վերոնշյալ մոդելի մոլտքային տվյալների
կանխատեսման ալգորիթմի մշակում,
- կանխատեսվող հզորության պահանջարկի
լավարկային ծածկում,

- Է ն եր գ ա հ ա մ ա կ ա ր գ ի տ ա ր ր ե ր ի ծ առ ա յ ու թ յ ա ն մ ն ա գ ո ր դ ա յ ի ն ժ ա մ կ ե տ ի գ ն ա հ ա տ ու մ ը ս տ ս ց ե ն ա ր ն ե ր ի ,
- Է ն եր գ ա հ ա մ ա կ ա ր գ ի տ ա ր ր ե ր ի փ ո խ ա ր ի ն մ ա ն վ եր ա ք ե ր յ ալ ո ր ո շ մ ա ն կ ա յ ա գ ու մ ո չ հ ս տ ա կ ք ա գ մ ու թ յ ու ն ն ե ր ի կ ի ր առ մ ա մ ք ,
- ս ա ր ք ա վ ո ր մ ա ն ծ առ ա յ ու թ յ ա ն մ ն ա գ ո ր դ ա յ ի ն ժ ա մ կ ե տ ի ո ր ո շ մ ա ն ռ ի ս կ ե ր ի գ ն ա հ ա տ ու մ՝ Տ ա գ ու տ ի ի կ ո ր ս տ ի \$ ու ն կ ց ի ա յ ի կ ի ր առ մ ա մ ք :

Գ ի տ ա կ ա ն ն ո ր ու յ թ ը .

1. Է լ ե կ տ ր ա Է ն եր գ ի ա յ ի պ ա հ ա ն ջ ա ր կ ի կ ա ն խ ա տ ե ս մ ա ն գ գ ա յ ու ն ու թ յ ա ն վ եր լ ու ծ ու թ յ ու ն ,
2. առ ա ն ց ն ո ր ԱԷԿ-ի Է լ ե կ տ ր ա Է ն եր գ ե տ ի կ ա կ ա ն հ ա մ ա կ ա ր գ ի ռ ե ժ ի մ ն ե ր ի կ ա ն խ ա տ ե ս ու մ մ ի ն չ ն 2036թ թ .,
3. հ գ ո ր ու թ յ ա ն պ ա հ ա ն ջ ա ր կ ի վ ր ա ա գ դ ո ղ մ ի շ ա ր ք գ ո ր ծ ո ն ն ե ր ի կ ա ն խ ա տ ե ս մ ա ն մ ե թ ո դ ի կ ա , ո ր ը հ ն ա ր ա վ ո ր ու թ յ ու ն Է տ ա լ ի ս մ ե ղ մ ա ց ն ե լ դ ր ա ն ց ե ր կ ա ր ա ժ ա մ կ ե տ կ ա ն խ ա տ ե ս մ ա ն ա ն ո ր ո շ ու թ յ ու ն ը ,
4. ԱՆՖԻՍ հ ա մ ա կ ա ր գ ի կ ի ր առ մ ա ն մ ի ջ ո ց ո վ հ գ ո ր ու թ յ ա ն պ ա հ ա ն ջ ա ր կ ի կ ա ն խ ա տ ե ս մ ա ն հ ա մ ա ր ց ա ն ց ի ս տ ե ղ ծ ու մ՝ հ գ ո ր ու թ յ ա ն պ ա հ ա ն ջ ա ր կ ի կ ա ն խ ա տ ե ս մ ա ն ճ շ տ ու թ յ ա ն մ ե ծ ա ց մ ա ն ն պ ա տ ա կ ո վ ,
5. Է ն եր գ ա հ ա մ ա կ ա ր գ ի տ ա ր ր ե ր ի փ ո խ ա ր ի ն մ ա ն մ ո դ ե լ , ո ր ն հ ն ա ր ա վ ո ր ու թ յ ու ն Է տ ա լ ի ս ն վ ա գ ե ց ն ե լ փ ո խ ա ր ի ն մ ա ն վ եր ա ք ե ր յ ալ ո ր ո շ մ ա ն կ ա յ ա ց մ ա ն ռ ի ս կ ը :

Պ ա շ տ պ ա ն ու թ յ ա ն ն եր կ ա յ ա ց վ ո ղ դ ր ու յ թ ն ե ր ը .

1. Է լ ե կ տ ր ա Է ն եր գ ի ա յ ի պ ա հ ա ն ջ ա ր կ ի ե ր կ ա ր ա ժ ա մ կ ե տ կ ա ն խ ա տ ե ս մ ա ն գ գ ա յ ու ն ու թ յ ա ն ո ր ո շ մ ա ն մ ե թ ո դ ի կ ա ն ,

2. հզոր ու թյան պահանջարկի երկարաժամկետ կանխատեսման մեթոդիկան՝ հաշվի առնելով մոլտքայի նգործոններին ու ուրոշ ու թյանը ,
3. Էներգահամակարգի տարրերի փոխարինման վերաբերյալ ուրոշման կայացման ռիսկերի գնահատման մեթոդիկան ,
4. ոչ սիմետրիկ գաուսյան ֆունկցիաներով ներկայացված ոչ հստակ եզրակացություններին հետևապես ռիսկերի գնահատման բանաձևը :

Գործնական նշանակությունը :

Ատենախոսությունն մեջ ներկայացված հետազոտությունն արդյունքների գործնական նշանակությունը կայանում է հետևյալում . Էլեկտրաէներգիայի պահանջարկի երկարաժամկետ կանխատեսման զգայունությունն ուրոշման մեթոդը հնարավորություն է ընձեռում Էլեկտրաէներգիայի պահանջարկի վրա ազդող գործոններին ուրոշակի շեղման դեպքում գնահատել Էլեկտրաէներգիայի պահանջարկի շեղման աստիճանը : Հաշվի առնելով կլիմայական գործոններին ազդեցությունը հզոր ու թյան պահանջարկի մեծությունը վրա, դրանց մեծություններին երկարաժամկետ կանխատեսման նպատակով ատենախոսությունն մեջ առաջարկվող մոտեցումները , ինչպես նաև հզոր ու թյան պահանջարկի կանխատեսման մեթոդիկան հնարավորություն է տալիս ժամանակային և տեխնիկական ռեսուրսների նվազագույն առկայություն պարագայում իրականացնել նշված մեծություններին կանխատեսում բավարար ճշտությամբ : Էլեկտրաէներգետիկական համակարգի ռեժիմների երկարաժամկետ կանխատեսումը հնարավորություն է տալիս

գնահատել համակարգի հեռանկարային զարգացումը և դրա ընթացքում անհրաժեշտ լուծումների անհրաժեշտությունը: Եներգահամակարգի տարրերի փոխարինման վերաբերյալ որոշման կայացման ռիսկերի գնահատման ներկայացված մեթոդը հնարավորություն է ընձեռում նվազագույն մոտքային տվյալների պարագայում գնահատել տարրերի մնացորդային ժամկետի հաշվարկման ռիսկերը և նվազեցնել անորոշության գործոնը որոշման կայացման գործընթացում:

Ատենախոսություն տեսական, տեղեկատվական և մեթոդական հիմքերը:

Ատենախոսություն համար տեսական հիմքեր են ծառայել փորձերի պլանավորման, արհեստական ինտելեկտի, հոլսալիություն, սարքավորումների փոխարինման և ոչ հստակ բազմությունների տեսությունները: Որպես տեղեկատվական հիմք են հանդիսացել հրապարակված տեղեկատվությունը, տեղեկագրերը, պարբերականները, ռազմավարական փաստաթղթերը և այլն:

Աշխատանքի արդյունքների կիրառումը և հրապարակումները:

Աշխատանքի արդյունքները ներդրվել են «Հայաստանի Էլեկտրական ցանցեր» ՓԲԸ-ում՝ սարքավորումների փոխարինման վերաբերյալ որոշման կայացման գործընթացում, որի վերաբերյալ ներդրման ակտը ներկայացված է Հավելված №1-ում:

Կատարված հետազոտությունները հիմնական դրույթներն ու արդյունքները արտացոլված են ութ գիտական աշխատություններում:

Ատենախոսություն կառուցվածքը և ծավալը:

Ատենախոսությունը ներկայացված 127 էջի վրա, պարունակում է 25 նկար, 36 աղյուսակ, 104 անուն ընդգրկող օգտագործված գրականության ցանկ և 4 հավելված: Ատենախոսությունը բաղկացած է ներածությունից, չորս գլուխներից և եզրակացություններից:

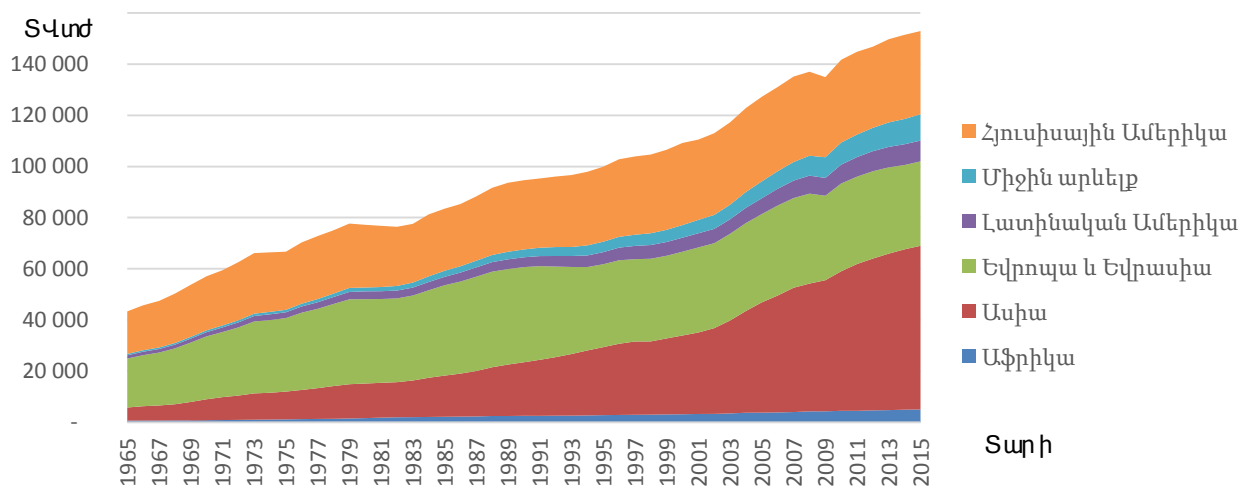
Գ Լ ՈՒ Խ 1. ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅԱՆ ԱԿՆԱՐԿ

1.1 Աշխարհի երկրներում

Էներգաապահովվածությունը և զարգացման միտումները

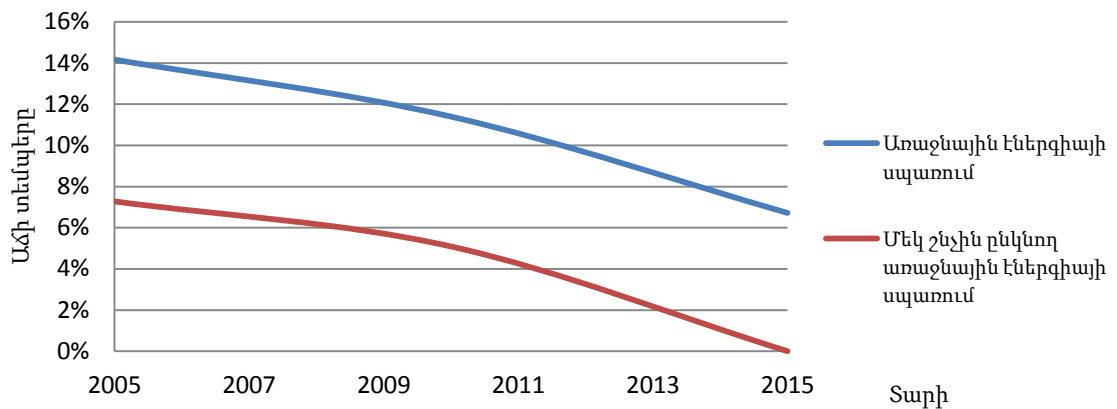
20-րդ դարը բնութագրվում էր առաջնային Էներգիայի պաշարների սպառման արագ աճով՝ 1900 թվականի համեմատ համաշխարհային Էներգիայի սպառումը դարի վերջում աճել է շուրջ 15 անգամ, իսկ մեկ շնչին ընկնող սպառումը՝ 4,4 անգամ: Էներգիայի սպառման ծավալների մեծացման հիմնական պատճառ են հանդիսանում բնակչության աճը և տնտեսության զարգացումը: Նույն ժամանակահատվածի համար երկրի բնակչությունն աճել է ավելի քան 4 անգամ, իսկ իրական եկամուտը՝ 25 անգամ [1]:

Էներգիայի համաշխարհային սպառման վիճակագրական տվյալների [2] ուսումնասիրությունը ցույց է տալիս, որ 2000-2015 թվականներին աշխարհում Էներգիայի սպառման ծավալներն աճել են 1,6 անգամ, իսկ մեկ շնչին ընկնող առաջնային Էներգիայի սպառումը՝ 1,3 անգամ:



Նկար 1.1 Աշխարհում Էներգիայի սպառումն ըստ երկրամասերի

Միևնույն ժամանակ, սպառման աճի տեմպերը դանդաղելու միտում են ցուցաբերում: Վերջինիս փոփոխությունները պատկերված են նկար 1.2-ում:



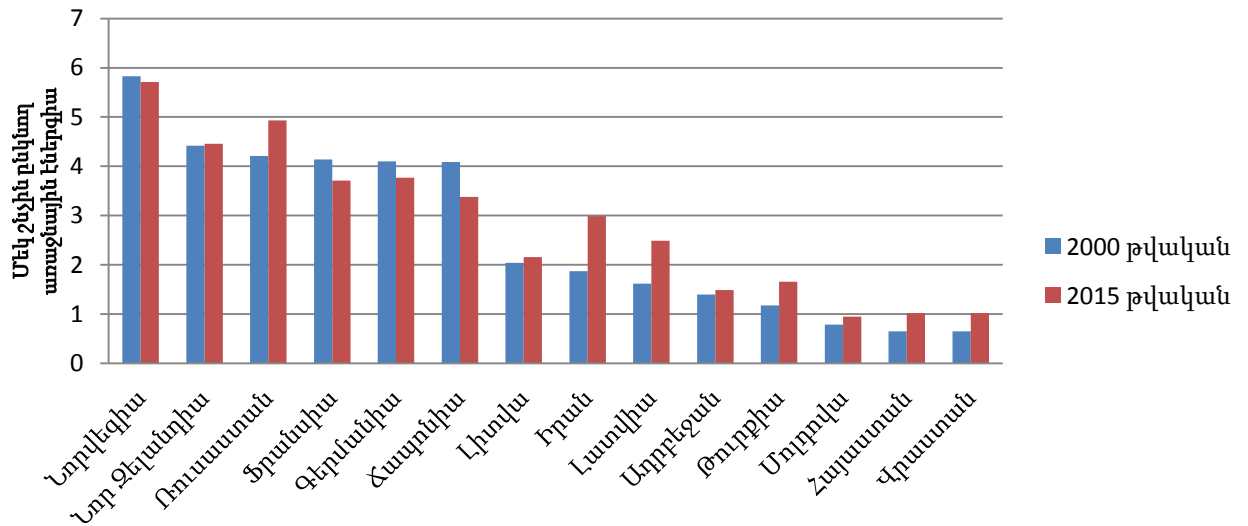
Նկար 1.2 Աշխարհում առաջնային էներգիայի սպառման աճի տեմպերն ըստ տարիների

Համաձայն մինչև 2030 թվականը համաշխարհային էներգետիկայի զարգացման կանխատեսման [3] մոտակա 15 տարվա ընթացքում հավանական է տնտեսության արագ աճ՝ բնակչության եկամուտների ցածր կամ միջին մակարդակով: Մինչև 2030 թվականը մեկ շնչին ընկնող էներգիայի սպառումը կաճի մոտավորապես 1970-90-ական թվականների տեմպերով՝ 0,7% տարեկան: Սակայն ՀՆԱ-ի էներգատարությունը կշարունակի աճել ամբողջ աշխարհում և ավելի արագ տեմպերով:

Համաձայն ԱՄՆ էներգիայի տեղեկատվական վարչության կանխատեսումների [4] էներգիայի պահանջարկի զգալի աճ տեղի կունենա զարգացող երկրներում, որտեղ էներգիայի պահանջարկի կանխատեսվող միջին տարեկան աճը կկազմի 3%: Արդյունաբերական երկրներում, որտեղ տնտեսությունը համեմատաբար կայուն է, իսկ բնակչության աճը հարաբերականորեն ցածր է, կանխատեսվում է էներգիայի պահանջարկի ավելի ցածր աճի տեմպեր՝ 0,9%:

Երկրի վառելիքաէներգետիկ համալիրի զարգացման պլանավորման արդյունավետության և էներգետիկ անվտանգության ապահովման

միջոցառումներն իրականացման համար կարևոր են
 են երգաապահովվածություն
 վերլուծությունը: Երկրների
 են երգաապահովվածություն կարևոր ցուցանիշ է
 հանդիսանում մեկ շնչին ընկնող առաջնային
 են երգիայի մեծությունը [2]:



Նկար 1.3 Երկրների են երգաապահովվածություն մակարդակը

Երկրներում են երգաապահովվածություն մակարդակը պայմանավորված է երկրում առկա են երգեցողի ռեսուրսների քանակով, ինչպես նաև այլ ընտրանքային են երգառեսուրսների օգտագործման մակարդակով: Մասնավորապես 2015 թվականին Նորվեգիան Էլեկտրաեն երգիայի արտադրության ընդհանուր ծավալի 96%-ի համար օգտագործել է հիդրոէներգետիկ ռեսուրսները: Նոր Զելանդիան Էլեկտրաեն երգիայի 79%-ը ստացել է այլ ընտրանքային են երգիայի աղբյուրների օգտագործումից, մասնավորապես հիդրոէներգիա, բիոկամելիք, քամի:

Են երգիայի պակասորդ ունեցող երկրները ստիպված են իրենց ՀՆԱ-ի գգալի մասը ծախսել են երգակիրներ ձեռք բերել ու վրա, ինչը բացասաբար է ազդում տնտեսության և սոցիալական վիճակի վրա:

Միևնույն ժամանակ այդ երկրները խոցելի են դառնում Էներգառեսուրսներ մատակարարող երկրների քաղաքական և տնտեսական ճնշումների նկատմամբ:

Հայաստանն առավել ապես ածխաջրածնային Էներգակիրներ ներմուծող երկիր է՝ բնական գազ և նավթամթերք: Հայաստանն ունի ածխի որոշ պաշար, սակայն արդյունահանող չէ: Ներմուծվում են նավթ, նավթամթերք, բնական գազ, մասնավորապես ՌԴ-ից և Եվրոպայից՝ Վրաստանի տարածքով, և որոշ քանակությամբ գազ Իրանից [5]: Ներմուծվող բնական գազը և նավթամթերքները կազմում են ՀՀ Էներգիայի առաջնային աղբյուրների շուրջ երկու երրորդը, իսկ ՌԴ-ից ներմուծվող գազը՝ ներմուծվող Էներգառեսուրսների 80%-ը: Ներմուծված բնական գազի 30%-ն օգտագործվում է էլեկտրաէներգիայի արտադրության նպատակով [3]:

Գիտակցելով երկրում առկա խնդիրների կարևորությունը իրականացվել են բազմաթիվ ծրագրեր երկրում վերականգնվող Էներգետիկայի մակարդակի բարձրացման և Էներգախնայողության խթանման ուղղությամբ:

Մասնավորապես, Դանիշ Էներջի Մենեջմենթը նկերության կողմից 2011 թվականին կազմվել է ՀՀ-ում ՎԷՁՈԻԾ [6]: Ծրագրի նպատակն էր ներկայացնել Հայաստանում տեխնիկապես, տնտեսապես հասանելի և ֆինանսապես շահավետ վերականգնվող Էներգիայի պոտենցիալը, ինչպես նաև սահմանել վերականգնվող Էներգիայի զարգացման նպատակները կարճաժամկետ, միջնաժամկետ և երկարաժամկետ հեռանկարում:

ՀՀ ՎԷՁՈԻԾ-ի թերևս կարևորագույն արդյունք է հանդիսանում արդի Էներգետիկ ոլորտում վերականգնվող Էներգիայի ներթափանցման մակարդակի ազգային թիրախների որոշումը: Էներգետիկ ոլորտ ՎԷ-ի ներթափանցման մակարդակի

համար ազգային թիրախ են հանդիսանում 2020թ-ին՝ 4.9% (դիտարկումների հիմնական սցենար): Ընդ որում, եթե հաշվի են առնվում միջին և մեծ հզորությամբ հիդրոէլեկտրակայանները, ինչպես նաև կենսազանգվածը, ապա ՎԷ ներթափանցման մակարդակի համապատասխան ցուցանիշը կկազմի ավելի քան 16%:

ՎԷՁՈԼԾ-ի դիտարկումների համաձայն (հիմնական սցենար) սկսած 2017թ.-ից Հայաստանը կունենա մոտ 2000 ԳՎտժ էլեկտրաէներգիայի ավելցուկ: Այս ներուժի յուրացումը ծրագրում դիտարկվում է որպես էլեկտրաէներգետիկայի բնագավառում տարածաշրջանային խորը համագործակցության հիմք՝ առաջին հերթին Հայաստան-Իրան, Հայաստան-Վրաստան, Հայաստան-Թուրքիա ուղղությամբ: Ծրագրում բերված ցուցանիշներին հասնելու համար անհրաժեշտ է օրենսդրական դաշտի հետագա բարեփոխում և ՎԷ-ի զարգացումը խոչընդոտող արգելքների հաղթահարում: Ծրագրում վեր էին հանվել Հայաստանում ՎԷ-ի զարգացման խոչընդոտները՝ կապված թույլ տվող յուրահատուկ ստացման բարդությամբ, ներդրումային ռիսկերի պատշաճ բաշխման, հարկային օրենսդրության և այլնի հետ:

Հաշվի առնելով, որ Հայաստանում էլեկտրաէներգիայի արտադրության 70%-ը կախված է ներմուծվող վառելիքից, և այն, որ 2020 թվականին կանխատեսվում է էլեկտրամատակարարման հզորության շուրջ 400 ՄՎտ հզորության պակասորդ, Համաշխարհային Բանկի կողմից 2013 թվականին իրականացվել է «Վերականգնվող էներգետիկայի ընդլայնման ծրագիրը և Հայաստանի էներգետիկ անվտանգության բարձրացումը» թեմայով վերլուծությանը [7]: Ծրագրի նպատակն է խթանել Հայաստանում մասնավոր ներդրումները վերականգնվող էներգիայի տեխնոլոգիաներում,

որոնք փորձի բացակայ ության, բարձր կապիտալ ծախսերի և այլ բազմազան պատճառներով չեն դիտարկվել որպես երկրում կիրառելի տարբերակներ: Հետագոտություն արդյունքում ձևավորվել են հետևյալ երեք առաջնահերթություններ.

1. Երկրաչերմային էներգետիկայի զարգացում: ՎԷԸԾ-ի միջոցները պետք է օգտագործվեն մակերևութային հետախուզման միջոցով Հայաստանում համակողմանի ուսումնասիրված ամենանպաստավոր երկրային տեղանքի՝ Քարքարի, հետագա հետախուզման համար: Անհրաժեշտ է հետախուզական հորատում իրականացնել և պարզել էլեկտրաէներգիայի արտադրություն համար ռեսուրսների առկայությունը և որակը: Օգտագործելով հորատման երաշխիքները կամ ՎԷԸԾ-ի դրամաշնորհային ֆինանսավորումը՝ ՀՀ կառավարությունը կարող է օժանդակել տեղանքի զարգացման ռիսկերի նվազեցմանը:

2. Արդյունաբերական մասշտաբի արևային ՖՎ կայանների զարգացում: Հաշվի առնելով, որ արևային ՖՎ կայանները դարձել են առավել մրցունակ և մատչելի, ՎԷԸԾ-ի ռեսուրսները պետք է օգտագործվեն զարգացնելու մոտավորապես 30 ՄՎտ արդյունաբերական մասշտաբի արևային ՖՎ կայաններ: Նախնական արդյունքներով Հայաստանում արևային ՖՎ առավել բարձր ներուժի մի մասը ՀՀ Գեղարքունիքի մարզում է, որը պետք է դիտարկվի որպես զարգացման առաջին հավանական տարածք: ՎԷԸԾ-ի օժանդակությամբ կմեծանան որ էլեկտրակայաններում ներդրումների գրավչությունը և դրանց առևտրային հիմունքներով օգտագործելու ներուժը:

3. Ապակե նտրոնացված երկրաչերմային պոմպերի և արևային-ջերմային նախագծերի զարգացում:

Հայաստանում արևային ջերմային և երկրաջերմային ռեսուրսների ներուժը մեծ է, սակայն բավականաչափ ֆինանսավորման բացակայության պատճառով այս տեխնոլոգիաների կիրառումը դեռևս լայն տարածում չունի, վերջինը Հայաստանի երկրաջերմային ջեռուցման ընկերությունների կողմից տվյալ տեխնոլոգիայի կիրառման գլխավոր խոչընդոտներինց է: ՎԷԸԾ-ի միջոցները պետք է օգտագործվեն երկրաջերմային ջեռուցման և հովացման, արևային ջրատաքացուցիչ համակարգի կենսունակությունը արդյունաբերական ձեռնարկություններում, առևտրային և բնակելի շենքերում ներկայացնելու համար: Չարգացման բազմակող բանկերը, որոնք առևտրային բանկերին վարկեր են տրամադրում կարող են այնուհետև ընդլայնվել և ներառել այս նոր տեխնոլոգիաները և խթանել մասնավոր ներդրումները:

Սպասվում է, որ 40 մլն. ԱՄՆ դոլարի չափով ՎԷԸԾ ֆինանսավորումը կներգրավի մոտ 4.5 միլիարդ մասնավոր շատ ներդրումներ՝ մեծամասամբ մասնավոր հատվածի կողմից, և կխթանի առևտրային վարկավորումը:

ՀՀ կառավարությունը առաջնային է համարում էներգախնայողությունը որպես երկրների էներգետիկ անվտանգության, տնտեսական մրցակցության մեծացման միջոց: Ուստի ՀՀ կառավարության կողմից հաստատվել է ՀՀ էներգախնայողության և վերականգնող էներգետիկայի ազգային ծրագրի կատարման նույնված ՀՀ կառավարության գործունեության ծրագիրը [8]: Հիմնվելով էներգախնայողության և վերականգնող էներգետիկայի ազգային ծրագրի վրա ՀԲ-ն 2008 թվականին իրականացրել է ուսումնասիրություն, որի արդյունքներով

Հայաստանը, Էներգախնայողություն
միջոցառումներն իրականացման արդյունքում
կարող է խնայել 1,21 մլն. տոննա նավթային համարժեք
տարեկան, կամ 600 մլն. մ³ բնական գազ:

Ծրագրում վերեն հանված Էներգախնայողության
խոչընդոտները, ինչպիսիք են օրենսդրական դաշտի
անկատարությունը, Էներգախնայողության
հաղորդակցության համար թույլ ինստիտուցիոնալ
կառուցվածքը, հասարակության
տեղեկացվածության ցածր մակարդակը և այլն:
Առաջարկվել են մի շարք ուղորդողներ՝
արդյունաբերություն, տրանսպորտ, ջրային
տնտեսություն, քաղաքաշինություն և այլն,
Էներգախնայողության բարելավմանն ուղղված
միջոցառումներ:

Հաշվի առնելով նշված ծրագրերում
ներկայացված առաջարկները և մատնանշված
խոչընդոտները վերջին տարիներին բազմաթիվ
միջոցառումներ են իրականացվել ՀՀ-ում ՎԷ-ի
զարգացման խթանման և Էներգախնայողության
մակարդակի բարձրացմանն ուղղությամբ,
մասնավորապես վերանայվել են ՎԷ ռեսուրսներ
օգտագործող ինքնավար Էներգատադրողներին
վերաբերող իրավակարգավորումները, համաձայն
որի սեփական կարիքները բավարարելու համար
առանց որևէ լիցենզավորման պահանջի կարելի է
տեղադրել մինչև 500 կՎտ հզորությամբ արևային
ինքնավար կայաններ, արտադրել էլեկտրաէներգիա,
իսկ ավելցուկը վաճառել «Հայաստանի էլեկտրական
ցանցեր» ՓԲԸ-ին, ինչը կխթանի ինքնավար
արտադրողներին ինստիտուտի կայացումը երկրում:
Հաստատվել են նաև Հայաստանում
արդյունաբերական մասշտաբի «Մասրիկ-1» արևային
ֆոտովոլտային ծրագրի շրջանակում ապագա

կառուցապատող (ներդրող) ընկերության
լիցենզիայի պայմանները:

1.2 Ե ն եր գ ե տի կ շ ու կ ան եր ի գ ար գ աց ու մ ը : 33

Ե ն եր գ ե տի կ շ ու կ ան և դ ր ա գ ար գ աց մ ան

հ եռ ան կ ար ն եր ը

Էլեկտրաէներգետիկայի ոլորտը զարգացած երկրներում Եական փոխակերպումներ է կրել՝ անցնելով լուրջ արտադրող տեղակայանքներից մինչև խոշոր պետական և միջպետական էներգամիավորումների [9]: ԵԷՀ-ի և դրանց միավորումների ստեղծման և ընդլայնման հետ կապված ինտեգրման գործընթացի հիմք են հանդիսացել վառելիքաէներգետիկ ռեսուրսների անհամաչափ բաշխվածությունը, ԵԷՀ-ի տեխնիկատնտեսական ցուցանիշների լավարկումը առանձին գործող կայանների համեմատությամբ, Ե ն եր գ ա մ ա տ ա կ ար ար մ ան ուրակի և հոսսալիության բարձրացումը, Էլեկտրաէներգետիկայի ենթակառուցվածքային դերի բարձրացումը և այլն [10]:

ՍՍՀՄ Էլեկտրաէներգետիկայի ազգայնացման խթաններն այլ Էին, այլ Էին նաև Էլեկտրաէներգետիկայում տնտեսական հարաբերությունները: Սակայն նման Էին ոլորտում կառուցվածքային փոխակերպումները [11]: Նախորդ դարի 70-ական թվականներին բազմաթիվ մասնագետների կողմից ընդունվել էր, որ ԵԷՀ-ի գործունեության և զարգացման ստեղծված ինստիտուցիոնալ միջավայրը բազմաթիվ բացասական գործոններ էր կուտակել և խոչընդոտում էր Էլեկտրաէներգիայի արտադրության և սպառողների Էլեկտրաէներգիայի մատակարարման արդյունավետության բարձրացմանը, նոր պրոգրեսիվ Ե ն եր գ ե տի կ

տեխնոլոգիաների ներդրմանը և այլն [12]: Նշված գործոնները հաղթահարելու նպատակով 1980-1990-ական թվականներին իրականացվեցին ինստիտուցիոնալ փոփոխություններ, առանձնացվեցին պոտենցիալ մրցակցային (արտադրություն, սպառում, ծառայություն) և բնական մենաշնորհային (հաղորդում, բաշխում, կարգավարական կառավարում) գործունեություններ: Պոտենցիալ մրցակցային միջավայրում ներդրվեցին շուկայական մրցակցային մեխանիզմներ:

Շուկայական փոխակերպումների փորձը երկրների մեծամասնությունում ցույց տվեց, որ նախնական պատկերացումը գուտ շուկայական ուժերի արդյունավետությանը ԷԷՀ-ի գործունեության և հատկապես զարգացման գործընթացում արդարացված չէր և գնահատվեց այդ շուկաների մեղմ կարգավորման կարևոր դերը՝ համապատասխան պետական քաղաքականության իրականացմամբ: Ներկայումս կարելի է ընդունված համարել այն փաստը, որ ԷԷՀ-ի արդյունավետ գործունեության և զարգացման տեսանկյունից առավել ռացիոնալ է շուկայական մեխանիզմների և պետական կարգավորման համատեղությունը: Հարկ է նշել, որ այդպիսի ռացիոնալ համատեղություն որոշումը ոչ պարզ խնդիր է և յուրաքանչյուր երկրի համար իր յուրահատկություններն ունի, ելնելով տնտեսության և էլեկտրաէներգետիկայի բնագավառի յուրահատկություններից:

Ընդհանուր առմամբ առանձնացվում են շուկաների կազմակերպման հիմնական չորս մոդելներ [13].

- կարգավորվող մենաշնորհներ,
- միակ գնորդ, երբ մեծածախ շուկայում միմյանց հետ մրցակցում են միայն էլեկտրաէներգիա արտադրողները,

- մրցակցային մեծածախշուկա, երբ առկա են մի քանի արտադրողներ և գնորդներ (բաշխիչ ընկերություններ),
- մրցակցային մանրածախշուկա (ինչպես նաև մեծածախ), երբ միմյանց հետ ազատ մրցակցում են ինչպես արտադրողներն, այնպես էլ էլեկտրաէներգիայի սպառողները:

Էլեկտրաէներգետիկական շուկաների կառուցվածքների վերլուծությունը ցույց է տալիս, որ երկրների մած մասը հրաժարվել է էլեկտրաէներգետիկայի ոլորտի ուղղահայաց ինտեգրված կառուցվածքից, որը դիտարկվում էր որպես բնական մենաշնորհ: Նշված հանգամանքները խթան հանդիսացան ոլորտում բարեփոխումների իրականացման համար, ինչն էլ իր հերթին նպաստեց նախորդ հարյուրամյակի վերջում, զարգացած երկրների կողմից ոլորտի բարեփոխման քայլերի ձեռնարկմանը: Որպես բարեփոխման առաջնային խնդիր կարելի է առանձնացնել էներգահամակարգի արդյունավետության բարձրացումը՝ մենաշնորհային ձեռնարկությունների կազմից մրցակցային ձեռնարկությունների առանձնացումը (Չիլի, Սկանդինավյան երկրներ) և (կամ) նշված ոլորտն որ մասնակիցների, անկախ մատակարարների ներգրավվելու իրավունքի տրամադրումը (ԱՄՆ), ինչպես նաև էլեկտրաէներգետիկական շուկաների ազատականացումը [14]:

Հարավային Կովկասի երկրներում՝ Հայաստանում, Վրաստանում և Ադրբեյջանում ընդհանուր առմամբ բարեփոխումները իրագործվում էին մասնավորեցման տեսքով: Վրաստանում բարեփոխումները սկսվեցին 1997թ-ին՝ արտադրող և բաշխիչ ընկերությունների մասնավորեցմամբ: Ադրբեյջանում բարեփոխումների հանգուցային խնդիրներից էր բաշխիչ ընկերությունների

անջատումը արտադրող և հաղորդող ընկերություններից, և դրանց մասնավորեցումը:

Ինչ վերաբերում է Հայաստանին, երկրի անկախացումից հետո ծագած էներգետիկ ճգնաժամի անհապաղ վերացման անհրաժեշտությունը հանգեցրեց նրան, որ ՀՀ կառավարությունը սկսեց էներգետիկ ոլորտի հիմնովին բարեփոխումներ իրականացնել: Բարեփոխման ծրագրի կենտրոնում էին աստիճանաբար անցում դեպի ինքնարժեքի վրա հիմնված սակագներ, պետական սեփականություն հանդիսացող մենաշնորհային էներգահամակարգի տրոհում, առաջացած ձեռնարկությունների ապապետականացում և մասնավորեցում, կարգավորման և կառավարման նոր եղանակների ներդրում [15]:

Կենտրոնական և կառուցվածքային, կարգավորող և իրավական բարեփոխումների վրա, առանձնահատուկ նշանակություն էր տրվել էներգետիկայի ֆինանսական կայունության ապահովմանը, մասնավորապես տեխնիկական կորուստների նվազեցմանը և վճարների հավաքագրման բարձրացմանը:

ՀՀ Էլեկտրաէներգետիկ շուկայում Էլեկտրաէներգիայի առք ու վաճառքն իրականացվում էր «ՀՀ էներգետիկայի մասին» օրենքին [16] համապատասխան գործունեության լիցենզիա ունեցող անձանց կողմից՝ լիցենզիայի պայմաններին և շուկայի կանոններին համապատասխան: Մեծածախ շուկայում գործող արտադրողներն Էլեկտրական էներգիան և (կամ) հզորությունը վաճառում են միակ գնորդ հանդիսացող «Հայաստանի Էլեկտրական ցանցեր» փակ բաժնետիրական ընկերությանը, որն ունի ՀՀ տարածքում Էլեկտրաէներգիայի բաշխման բացառիկ իրավունք:

«Բարձրավճար էլեկտրական ցանցեր» ՓԲԸ-ն
իրականացնում է

Էլեկտրական էներգիայի (իզոբոլայան) հաղորդման
ծառայություններ, ինչպես նաև հողմաէլեկտրակայանի
միջոցով էլեկտրաէներգիայի արտադրություններ :

«Էլեկտրաէներգետիկական համակարգի
օպերատոր» ՓԲԸ իրականացնում է համակարգի
օպերատիվ տեխնոլոգիական և տնտեսական
կարգավարում, համակարգային նշանակություն
կառավարման և պաշտպանություն սարքերի
նախադրվածքների հաշվարկում, դրանք
լիցենզավորված անձանց առաջադրման և դրանց
աշխատանքի հսկման գործառնություն, և ունի
տարածաշրջանային էլեկտրաէներգետիկական
համակարգերի հետ ՀՀ ԷԷՀ գույքահեռ աշխատանքի
ապահովման բացառիկ իրավունքներ և այլ
գործառնություններ, ինչպես նաև մշակում է
համակարգի անվտանգություն և հուսալիություն
ցուցանիշները, որոնք հաստատում են
հանձնաժողովը և ՀՀ կառավարության կողմից
լիազորված մարմինը :

«Հաշվարկային կենտրոն» ՓԲԸ գործունեության
հիմնական ուղղություններն են հաշվառել
արտադրված, առաքված, ներկրված, արտահանված և
բաշխողի կողմից գնված էլեկտրաէներգիան
(իզոբոլայան), կազմել էլեկտրաէներգիայի
(իզոբոլայան) առքուվաճառքի ակտերը,
էլեկտրաէներգետիկական մեծածախ շուկայում
հաշվարկել և հաշվառել էլեկտրական էներգիայի
տեխնոլոգիական անխուսափելի և փաստացի
կորուստները մեծությունները, հաշվառել
տարածաշրջանային էլեկտրաէներգետիկական
համակարգերի հետ միջհամակարգային
հոսանքահաղորդումները, շահագործել և պահպանել
էլեկտրաէներգետիկական համակարգի

Էլեկտրաէներգիայի (հզորություն) առևտրային ավտոմատացված համակարգը, համաձայնեցնել և կոորդինացնել Էլեկտրական Էներգիայի (հզորություն) հաշվառման առևտրային և հսկիչ սարքերի արտապլանային և պլանային ստուգումները:

ՀՀ-ում Էներգետիկայի պետական կարգավորումն իրականացվում է ՀՀ ԷԲՊՆ և ՀՀ ՀԾԿՀ կողմից: ՀՀ ՀԾԿՀ-ն իրականացնում է գործունեության լիցենզավորումը, լիցենզիայի պայմանների սահմանումը և դրանց վերահսկումը, սահմանում է կարգավորվող սակագները, սահմանում է շուկայի կանոնները և կարգերը, սպասարկման որակի նկատմամբ պահանջները և այլն [17,18]:

ՀՀ Էներգահամակարգի միջնաժամկետ և երկարաժամկետ հատվածներում Էներգետիկ համակարգի զարգացումն ապահովելու նպատակով նախատեսվում է մինչև 2025 թվականը իրականացնել շուկայի բարեփոխումներ, մասնավորապես իրականացնել ՀՀ Էլեկտրաէներգետիկական շուկայի փուլային ազատականացում՝ արդյունավետության բարձրացման և ներդրումների խթանման նպատակով: 2017 թվականի ընթացքում վերանայվել է «Էներգետիկայի մասին» ՀՀ օրենքը [16]՝ ներդնելով Էլեկտրաէներգետիկական շուկայի առավել արդյունավետ աշխատանքին ուղղված կարգավորման նոր գործիքներ, որոնք հնարավորություն կստեղծեն իրականացնել Էլեկտրաէներգետիկական շուկայի իրավակարգավորումներում նախատեսված բարեփոխումները՝ միջազգային առաջավոր փորձին համապատասխան: Էլեկտրաէներգետիկական շուկայի աստիճանական ազատականացմանն ու միջպետական առևտրի խթանմանն ուղղված աշխատանքների շրջանակում 2016 թվականին մշակվել և հաստատվել են

Էլ Եկ տրաէն Երգ Ետիկ ական համակարգում
որակավորված սպառողին և որակավորված
մատակարարին Էլ Եկ տրական Են Երգիայի հաղորդման
և բաշխման ցանցերում և տքի իրավունքի տրամադրման
անցումային կանոնները և Էլ Եկ տրական Են Երգիայի
բաշխման ծառայություն մատուցման (բաշխող-սպառող
(որակավորված սպառող)) և հաշվեկշռման
ծառայություն մատուցման պայմանագրերի
օրինակելի ձևերը

2017 թվականին, մեկ փաստաթղթում ամփոփելով
իրենց բնույթով շուկայի կանոն հանդիսացող
կարգերն ու կանոնները, մշակվել և հաստատվել են
ՀՀ Էլ Եկ տրաէն Երգ Ետիկ ական մեծածախ շուկայի
Ժամանակավոր առևտրային կանոնները, որոնցով
սահմանվում են ՀՀ Էլ Եկ տրաէն Երգ Ետիկ ական
մեծածախ շուկայի մասնակիցները և կառուցվածքը,
ինչպես նաև կանոնակարգվում են շուկայի
մասնակիցների հարաբերությունները:

Հաստատվել են Էլ Եկ տրաէն Երգ Ետիկ ական
համակարգի ցանցային կանոնները [19], որով մեկ
միասնական փաստաթղթում համախմբվել են
համակարգի պլանավորման, կարգավարման ու
շուկայի մասնակիցների միջև տեխնիկական
բնույթի փոխհարաբերությունները
կանոնակարգող իրավադրույթները:

Ներկայումս Հայաստանում շարունակվում են
Էլ Եկ տրաէն Երգ Ետիկ ական շուկայում
մրցակցության խթանմանն ուղղված աշխատանքները,
ինչպես նաև մրցակցության բարձրացված
միջոցառումները:

Երկարաժամկետ կտրվածքով շատ խնդիրներ կան
Են Երգ ահամակարգի հոլսալի և անխափան աշխատանքի
հետագա ապահովմանն ուղղված թյամբ, մասնավորապես՝
կանխատեսվող հզորությունների պահանջարկի
ծածկման, տարածաշրջանային ինտեգրման

գործընթացի կարգավորման, մրցակցության մակարդակի բարձրացման և այլն, ինչն առավել արդիական է դառնում վերոնշյալ փոփոխություններին ընթացքում:

1.3.3.3 Էներգահամակարգի զարգացման ծրագրեր

Տարբեր ժամանակահատվածներում երկրի էներգահամակարգի գերակա նպատակներին օպտիմալ և ժամանակին լուծումներ գտնելու, անհրաժեշտ առանցքային բարեփոխումներ իրականացնելու, քաղաքականության գործիքները, ինչպես նաև հիմնական ռիսկերը վերհանելու նպատակով ՀՀ կառավարության և ՀՀ ԷԲՊԼ նախաձեռնություններ, տարբեր տեղական և արտասահմանյան կազմակերպություններին հետհամատեղ, կազմվել են էներգահամակարգի հեռանկարային զարգացման միջարժեք ծրագրեր: Սույն ատենախոսության մեջ իրականացված հետազոտություններին ընթացքում հաշվի են առնված ինչպես մինչև 2008 թվականն իրականացված ծրագրերում բացահայտված խնդիրներին հիման վրա իրականացված հետազոտություններին արդյունքները [20], այնպես էլ 2008 թվականից հետո իրականացված ծրագրերում բացահայտված խնդիրները: Ստորև բերված են այդ ծրագրերի հակիրճ վերլուծությունը և բացահայտված խնդիրները:

- Հայաստանի Պետական ճարտարագիտական Համալսարան, «Հայաստանի Հանրապետության էներգետիկայի բնագավառի մինչև 2010թ. զարգացման միտումներին քանակական գնահատումը», Երևան, 1999թ. [21]: Մինչև նշված աշխատանքը իրականացվել էին զարգացման այնպիսի ծրագրեր, որոնց համար նպատակային են

Եղել սեղմ քանակի խնդիրների լուծումը : Աշխատանքի հիմնական նպատակն էր Էլեկտրաէներգետիկայի, ինչպես նաև բնական գազի ոլորտների զարգացման հնարավոր տարբերակների ուսումնասիրությունը :

- ԱՄՆ միջազգային զարգացման գործակալության (այսուհետ՝ ՄԶԳ) - Հագլեր Բայի «Նվազագույն ծախսումներով արտադրության պլան», 2000թ. [22]: Այս հետազոտության նպատակն էր գնահատել Էլեկտրաէներգիա արտադրող կայանների զարգացման համար անհրաժեշտ ներդրումային պահանջները : Ծրագրում դիտարկվել էր Հայկական ԱԷԿ-ը 2004 թվականին շահագործումից հանելու նախապայմանը : Ներկայացված էին երկու սցենարներ՝ ռազմավարական գերակայություններն անտեսող սցենար, որով ատոմային կայանի կառուցում էր նախատեսվում, քանի որ տնտեսապես ոչ մրցունակ էր, և ռազմական գերակայություններին սցենար, որով նախատեսվում էր Մեղրու, Ծնողի ՀԷԿ-երի շինարարություն 2007 թվականից և Լոռի բերդ ՀԷԿ-ի շինարարություն 2008 թվականից : Հաշվի առնելով ծրագրում ընդունված ՀԱԱ-ի աճի, արդյունաբերության զարգացման ցածր տեմպերը, ինչպես նաև Էլեկտրակայաններում սպառվող բնական գազի ընդունված ցածր արժեքը, հետազոտության արդյունքներից որոշները անընդունելի համարվեցին :

- ԱՄՆ ՄԶԳ - ՓԷ Կոնսալտինգ Գրուպ «Նվազագույն ծախսումներով արտադրության պլան», 2002թ. [23]: Այս հետազոտության մեջ հաշվի էին առնվել նախկինում ստացված որոշ եզրակացություններ, ինչպես նաև պահպանվել էին ներքին համախառն արտադրանքի, արդյունքում նաև Էլեկտրական Էներգիայի

պահանջարկի աճի հոռետեսական գնահատումը :
 Հետազոտությունն հիմնականն պատակն էր
 գնահատել ներդրումային ծրագրերի
 իրականացման և Հայկական ԱԵԿ-ի աշխատանքի
 դադարեցման ազդեցությունը
 Էլեկտրաէներգիայի սակագների վրա: Համաձայն
 հետազոտությունն արդյունքների Հայկական ԱԵԿ-ի
 աշխատանքի դադարեցումը խիստ բացասական
 ազդեցություն և կունենա սակագների
 կայունությունն ապահովման վրա:

- Ատոմային էներգիայի միջազգային
 գործակալություն (ԱԵՄԳ), «Հայաստանում
 էներգետիկայի, ներառյալ միջուկային
 էներգետիկան, զարգացման պլանավորման
 ուսումնասիրություն 2000-2020թթ.» [24]: Աշխատանքի
 նպատակն էր վերլուծել Հայաստանի էներգիայի և
 Էլեկտրաէներգիայի պահանջարկը սոցիալ-
 տնտեսական զարգացման հնարավոր
 տարբերակներում, մշակել էներգահամակարգի
 զարգացման տնտեսապես օպտիմալ պլանը,
 գնահատել ատոմային էներգետիկայի դերը՝
 Էլեկտրաէներգիայի համակարգի նվազագույն
 ծախսերով զարգացման ծրագրից: Աշխատանքի
 շրջանակներում կատարված մանրակրկիտ
 հետազոտությունները ցույց տվեցին, որ
 էներգիայի (այդ թվում նաև Էլեկտրաէներգիայի)
 պահանջարկը դիտարկվող ժամանակահատվածում
 կաճի տարեկան մոտ 6-7%: Համապատասխանաբար
 կվելանան նաև էներգետիկական ոլորտի
 գործունեությունն արդյունքում
 արտանետումները շրջակա միջավայր:

- «Էներգետիկայի ոլորտում հայ-իրանական
 փոխշահավետ համատեղ նախագծերի
 հեռանկարները», 2008թ. [25]: Այս աշխատանքում
 ամփոփվել են բոլոր նախկինում կատարված

հետազոտությունները, որոնք բխում են հայ-իրանական փոխշահավետ համատեղ նախագծերի իրականացման նպատակներից:

Հետազոտությունները հաստատեցին, որ Հայաստանի Էլեկտրաէներգիայի պոտենցիալը զգալի է տարածաշրջանում Էլեկտրաէներգիայի արտահանման տեսանկյունից:

Վերլուծությունների արդյունքում, Էներգետիկայի ոլորտում առաջարկվել են զարգացման հետևյալ ուղղությունները. տեղակայված միջուկային հզորության ընդլայնումը մինչև 2000 ՄՎտ՝ տեղական պահանջարկի բավարարման և հարևան երկրներ Էլեկտրաէներգիայի արտահանման համար, վրացական Էլեկտրաէներգիայի արտահանում դեպի Իրան՝ հայկական Էլեկտրացանցերով, Իրանի և ՌԴ-ի Էլեկտրական ցանցերի միացում՝ հայկական Էլեկտրական ցանցերի միջոցով, Իրանի բնական գազի արտահանումը դեպի Եվրոպական շուկա՝ Հայաստանով անցնող նոր գազամուղի միջոցով:

- ՀԲ «Պարտադրված որոշումներ: Դժվար ընտրություններ Հայաստանի Էներգետիկ ոլորտում», 2011 թ. [26]: Համաձայն վերլուծության Հայաստանի համար մոտակա 20 տարիների համար հիմնական խնդիրներ են հանդիսանում հոսսալի Էներգամատակարարման ապահովումը, Էներգետիկ ապահովվածության երաշխավորումն ու Էներգիայի մատակարարումը սպառողներին մատչելի պահել՝ ապահովելով ոլորտի ֆինանսական կայունությունը: Հաշվի առնելով կանխատեսումները, Հայկական ատոմային Էլեկտրակայանի շահագործումից հանվելուց հետո Հայաստանը կարող է ունենալ շուրջ 800 ՄՎտ հզորության պակասորդը: Մատակարարման արդյունավետության տեսանկյունից խոշոր

գազային էլեկտրակայանի կամ մի շարք փոքր գազային կայանների կառուցումը ժամանակի ընթացքում կարող են առումային կայանի այլ ընտրանք հանդիսանալ: Կանխատեսվող տեղակայված հզորությունները համեմատվել են մինչև 2029 թվական պահանջարկի հետ երեք սցենարներով՝ կախված ՀՆԱ-ի կանխատեսման տեմպերից: Վերլուծաբանները դիտարկում են նոր գազային կայանի միջոցով բեռի ծածկման տարբերակ՝ 800 ՄՎտ հզորությամբ հղումային կամ միջին կանխատեսումային սցենարների համար և 1100 ՄՎտ՝ բարձր աճի տեմպերով սցենարի համար: Մյուս հնարավոր տարբերակում դիտարկվում է 1100 հզորությամբ առումային կայանի փոխարինումը 550 ՄՎտ վերականգնվող հզորություններով և 110 ՄՎտ էներգաարդյունավետության արդյունքում տնտեսված հզորությամբ: Վերջին տարբերակը դիտարկում է օպտիմալ հզորությամբ գազային կայանի և վերոնշյալ էներգաարդյունավետության հզորությունների իրականացումը: Բոլոր նշված տարբերակները բավարարում են հղումային և միջին սպառման սցենարներին, իսկ Գազ+ՎԷ+ԷԱ և ԱԷԿ+ՎԷ+ԷԱ կոմբինացիաները բավարարում են նաև պիկային սցենարներին:

- ՀԲ «Հայաստանի էլեկտրաէներգետիկական ոլորտի քաղաքականությամբ վերաբերյալ տեղեկանք» 2014թ. [27]: Այս տեղեկանքի նպատակն է տեղեկատվական օժանդակություն և ցուցաբերել ՀՀ կառավարությանը քաղաքականության մշակման հարցում՝ բացահայտելով էլեկտրաէներգետիկայի ոլորտի առջև ծառացած հիմնական մարտահրավերները և ուրվագծելով դրանց հաղթահարման ուղիները: Սույն տեղեկանքում քննարկում են նաև գազի սակագնի

կառուցվածքին և պահանջարկին վերաբերող
խնդիրներ:

- ԱՄՆ ՄԶԳ «ՀՀ Էներգետիկ համակարգի նվազագույն
ծախսերով զարգացման ծրագիր 2015թ. [28]: Նախագծի
հիմնական նպատակն է երկրի Էներգետիկայի
զարգացման ռազմավարական ներկայացումը՝
հաշվի առնելով վերջին տարիներին
տնտեսական զարգացումը, պաշարների և
տեխնոլոգիաների առկա պոտենցիալը:
Դիտարկվել են մի քանի այլընտրանքային
սցենարներ, որոնք վերլուծվել են
Էներգահամակարգի տարբեր հանգուցային
տեխնիկական և տնտեսական ցուցանիշների և
երկրի Էներգետիկ անվտանգության ու
անկախության վրա դրանց ազդեցությունը
գնահատման նպատակով: Հղումային սցենարում
կատարվել են հետևյալ ենթադրությունները.
Հայաստանի և Իրանի միջև էլեկտրական Էներգիան
գազի դիմաց փոխանակման համաձայնագիրը
գործում է մինչև 2026թ. և դրանից հետո դառնում է
ոչ պարտադիր, Հայկական ԱԵԿ-ի կյանքը
կերկարացվի մինչև 2026, նոր 1 000 ՄՎտ հզորության
ատոմային էլեկտրակայանը կկառուցվի մինչև 2027
թվականը, բնական գազի գինը կձևավորվի ըստ
Ռուսաստանի Դաշնության հետ ձեռք բերված
համաձայնությունների, հնարավորություն
կլինի Վրաստանի հետ իրականացնել
ԷլեկտրաԷներգիայի փոխհոսքեր մինչև 2 մլն.
կՎտժ: Այլընտրանքային սցենարներում
դիտարկվել են ատոմակայանի կյանքը
չերկարացնելու, բնական գազի գինը մինչև
եվրոպական գներին աճելու,
Էներգախնայողություն և վերականգնող
Էներգետիկայի զարգացման տարբեր տեմպերի,
ինչպես նաև Վրաստանի հետ փոխհոսքերի

բացակայություն և այլ տարբերակները :
Վերլուծություն արդյունքները ցույց են տվել ,
որ ներկայացված ծրագիրն Յայաստանում
իրագործելու նպատակով անհրաժեշտ է
գործողություններ իրականացնել Յակական
ԱԵԿ-ի կյանքի երկարացման , հայ-իրանական
փոխհարաբերություններին ընդլայնման
ուղղությամբ , զարգացնել Վրաստանի հետ
փոխհոսքերի հնարավորությունը , կարճաժամկետ
հեռանկարում կառուցել նոր համակցված ցիկլով
գազատուրբիններ , ավելացնել միջին
հզորությամբ ՅԵԿ-երի կշիռը , զարգացնել
այլ ընտրանքային էներգետիկան , ինչպես նաև
քայլեր ձեռնարկել նոր ԱԵԿ-ի կառուցման
ուղղությամբ :

Համաձայն նշված ռազմավարական զարգացման
փաստաթղթերի՝ ՀՀ էներգետիկայի բնագավառում
հեռանկարում անհրաժեշտ է նախատեսել միջարք
տարբեր տիպի նոր էլեկտրակայանների կառուցում ,
էլեկտրաէներգիա հաղորդող ցանցի
արդիականացում և հետագա զարգացում ,
միջհամակարգային հաղորդման գծերի կառուցում՝
հարևան երկրներին էլեկտրաէներգիա
արտահանելու նպատակով , էլեկտրաէներգիաբաշխող
ցանցի արդիականացում , էներգախնայողության
միջոցառումների իրականացումն այլն :

Հաշվի առնելով , 2013-2014թթ . ընթացքում ՀՀ
վաճելիքաէներգետիկ շուկայում և էներգետիկ
համակարգում կիրառվող տեխնոլոգիաների
ոլորտում արձանագրված զարգացումները [29],
ինչպես նաև տարածաշրջանային ինտեգրման
խորացման և ընդլայնման նկատվող ՀՀ
կառավարությունը 2015 թվականի դեկտեմբերի 10-ին
հավանություն է տվել «Յայաստանի
Հանրապետության էներգետիկ համակարգի

Երկարաժամկետ (մինչև 2036 թ.) զարգացման ուղիները» ծրագրին [30]:

Ծրագրում դիտարկվել են մի քանի սցենարներ: Որպես հիմնական դիտարկվել է հղումային սցենարը, որում ընդունված նախապայմաններին ՌԴ-ից ներմուծվող բնական գազի գներին կիրառում՝ համաձայն գործող պայմանագրի, գործող առումային բլոկի շահագործման ժամկետի երկարաժամկետ մինչև 2027թ., մինչև 2026թ. Իրան-Հայաստան միջպետական համաձայնագրի պայմանների կատարում, 2027թ.-ից հետո պայմանների պահպանում՝ տնտեսապես արդյունավետ լինելու դեպքում, 2027թ.-ից նոր՝ 1000 ՄՎտ հզորությամբ առումային բլոկի շահագործման հանձնում, Վրաստանի Հանրապետությունից Էլեկտրաէներգիայի ներմուծման հնարավորությունն քաղաքացիական: Բացի հղումային սցենարից դիտարկվել են նաև հետևյալ հիմնական լրացուցիչ սցենարները.

- Առանց նոր առումային Էլեկտրակայանի (այսուհետ՝ ԱԷԿ) սցենար, երբ 2027 թվականից հետո քաղաքացիական է առումային բլոկը:
- Էլեկտրաէներգիայի ներմուծման սցենար, համաձայն որի նախատեսվում է Վրաստանից տարեկան 2,2 մլրդ. կՎտժ Էլեկտրաէներգիայի ներմուծման հնարավորություն:
- Հայկական ԱԷԿ-ի կյանքի չերկարացմամբ սցենար, երբ բերվող առումային բլոկի շահագործման ժամկետի երկարացման ծրագիրը չի իրականացվում և 2017 թվականից ՀԱԷԿ-ը չի գործում:

Նշված ծրագրերում մանրամասն դիտարկված են Էլեկտրաէներգիայի պահանջարկի կանխատեսումային ծավալներին համապատասխան Էներգահամակարգում ակնկալվող Էներգիայի պահանջարկի բավարարման հարցերը: Սակայն

անհրաժեշտություն է առաջանում կանխատեսել համակարգում հզորությունների պահանջարկը՝ դրա ծածկման համար անհրաժեշտ ռեսուրսների հնարավոր տարբերակների վերհանման և դրանց կառուցվածքի ընտրության տեսանկյունից: Դա պայմանավորված է ՀԷԿ-երում օգտագործվող ջրային պաշարների սեզոնային բնույթով, ԱԷԿ-ը պարբերաբար վերալիցքավորման և կանխարգելիչ պլանային վերանորոգման նպատակով պահուստ դուրս բերմամբ, Իրանի հետ ձեռք բերված համաձայնությունների կատարմամբ և այլ:

Խնդրի կարգավորման ընթացքում անհրաժեշտ է հաշվի առնել կանխատեսման նպատակով օգտագործվող մոլտքային տվյալների, պահանջարկի կանխատեսման, կառուցվող նոր հզորությունների արժեքների և այլ անորոշությունների առկայությունը, որի նպատակով նպատակահարմար է հետազոտել ելքային տվյալների զգայունությունը նշանակալի գործոնների նկատմամբ:

1.4 Տարածաշրջանային համագործակցության ընդլայնման դերը

Էներգետիկայի բնագավառը զգալի ներդրում ունի երկրների միջև առևտրատնտեսական հարաբերությունների զարգացման գործում: Երկրների միջև Էներգետիկ ոլորտում փոխհարաբերությունները նպաստում են վերջինիս զարգացմանը, Էներգետիկ ռեսուրսների արդյունավետ օգտագործմանը և Էլեկտրաէներգիայի առևտրային հնարավորությունների ընդլայնմանը:

Է ն երգահամակարգերի գոլգահեռ աշխատանքը
երկրներին հնարավորություն կտա հաշվարկելու
արտադրող տեղակայանքների և ցանցային
ենթակառուցվածքների տեխնոլոգիական
ռեժիմները, բարձրացնելու մատակարարման
հուսալիությունը և անվտանգությունը: Որպես
առաջնահերթ կարգավորում պահանջող
խնդիրներն երկարող են քառանկյանները:

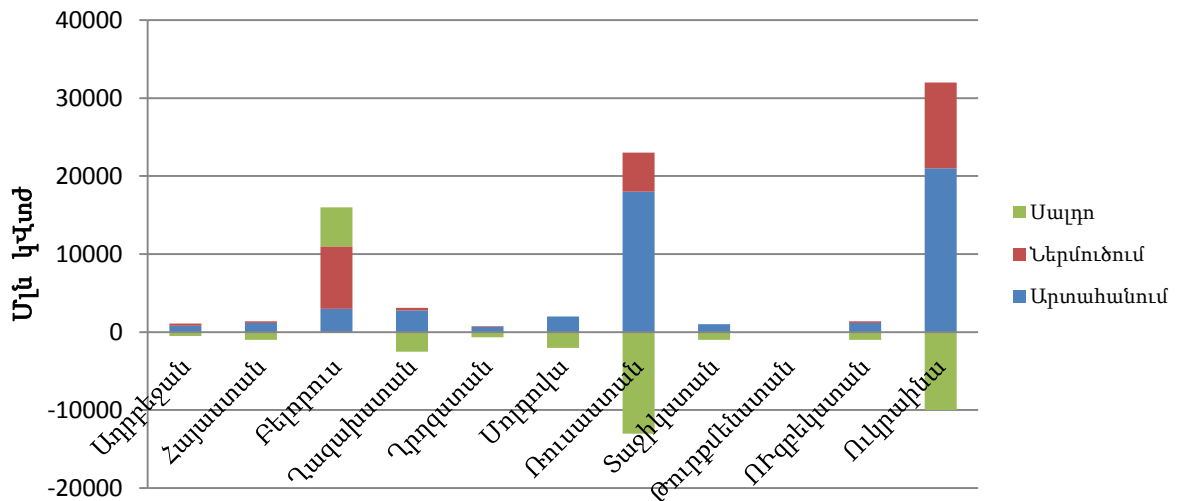
1. արտադրող կայանների վառելիքաէներգետիկ և
այլ շահագործման ծախսերի նվազեցումը,
2. բեռի գրաֆիկի հարթեցումը, որը բերում է
պիկային բեռնվածքի ժամանակ ներդրումների
նվազեցման,
3. ԷԷՅ-ի հուսալիության և կայունության
բարձրացումը:

Հարևան երկրների հետ ժամային գոտիների
տարբերությունը հնարավորություն է ստեղծում
Էլեկտրաէներգիայի տարանցումն իրականացնել
այնպես, որ Էլեկտրական բեռի պիկերը ծածկվեն
հարևան երկրների հզորությունների հաշվին:
Բացի այդ, մեծամասշտաբ նորոգումների
իրականացման ընթացքում անհրաժեշտ ծավալների
Էլեկտրաէներգիայի ներմուծման
հնարավորություն է ստեղծում:

Հաշվի առնելով երկրներում առկա էներգիայի
աղբյուրները, տարածաշրջանային
համագործակցությունը հնարավորություն կտա
հավասարակշռել Էներգիայի պահանջարկը տարեկան
բեռնվածքի ծածկման տեսանկյունից:

ԱՊՀ երկրների մեծ մասն իրականացնում է
Էլեկտրաէներգիայի միջսահմանային փոխհոսքերի
ինչպես երկրների էներգահամակարգերի միջև,
այնպես էլ երրորդ երկրներ [31]:
Էլեկտրաէներգիայի փոխհոսքերը ԱՊՀ երկրներում

2013 թվականի ընթացքում ներկայացված են նկար 1.7-ում:



Նկար 1.7 Է Լ Ե Կ տր ա Ե ն Ե ր գ ի ա յ ի փոխհոսքերը ԱՊՀ երկրներում

Երկրների Էնեբրգահամակարգերի աշխատանքի վրա մեծ ազդեցություն է ունենում հարևան երկրների հետ ինտեգրացիոն կապերի ընդլայնումը: Արդեն իսկ մշակված է ԱՊՀ երկրների և ԵՄ-ի Էնեբրգահամակարգերի սինքրոն աշխատանքի նախագիծը: Լատվիայի, Լիտվայի և Էստոնիա հանրապետություններն արդեն իսկ գոլգահեռ սինքրոն աշխատում են ՌԴ և Բելոռուսիա հանրապետության Էնեբրգահամակարգերի հետ:

Մասնավորապես, ԵԱՏՄ երկրների միացյալ Էնեբրգետիկ շուկայի ստեղծման ծրագիրը, որը նախատեսվում է ավարտին հասցնել 2019 թվականին: Մշակման փուլում է գտնվում ՀՀ Էնեբրգահամակարգի գոլգահեռ աշխատանքի վերականգնման ծրագիրը ԱՊՀ երկրների միացյալ Էնեբրգահամակարգի հետ [32]:

ՀՀ Էնեբրգահամակարգի կոմերցիոն գործունեությունը ընդհանուր առմամբ սահմանափակվում է Վրաստանի, Լեռնայի Ղարաբաղի և Իրանի Էնեբրգահամակարգերի հետ պայմանագրերով սահմանված գործառնությաներով [33]: Մասնավորապես

Իրանի հետ գործում է Էլեկտրաէներգիա-գազ փոխանակման ծրագիրը, համաձայն որի Իրանից առաքված յուրաքանչյուր 1 մ³ գազի դիմաց Իրան է առաքվում 3 կՎտժ Էլեկտրաէներգիա: Իրանի հետ գործում է նաև գազը Էլեկտրաէներգիայով փոխանակման պայմանագիր, որը Հայաստանին հնարավորություն տվեց գազամատակարարման նոր ուղի ունենալու, նվազեցնել գազի գնից կախվածությունը և եկամուտներ ստանալ բարձր արդյունավետությամբ ջերմային հզորությունների օգտագործմից: Իրանի Իսլամական Հանրապետության արտահանման զարգացման բանկի աջակցությամբ՝ 142.4 մլն ԱՄՆ դոլար գումարով, կառուցվում է Իրան-Հայաստան 400 կՎ լարման երկշղթա Էլեկտրահաղորդման օդային գիծը:

Վրաստանի հետ առկա է Հայաստանի և Վրաստանի ԷԷՀ-ների գույքահեն, ոչ սինքրոն աշխատանքի վերաբերյալ պայմանագիր, ինչպես նաև վթարային իրավիճակներում երկրների միջև Էլեկտրաէներգիայի մատակարարման պայմանագիր և այլ: Վրաստանի հետ ստեղծվում է կայուն առևտրի և փոխանակման համար պայմաններ ստեղծելու նորմատիվային բազա:

Ներկայումս Հայաստանը խոշոր ներդրումային ծրագրեր է իրականացնում տարածաշրջանային Էլեկտրաէներգետիկական համակարգի ինտեգրման ապահովման նպատակով, որն էր հուսալի ենթակառուցվածքներ է ստեղծում տարածաշրջանում Էլեկտրաէներգիայի առևտրվածառքի և տարանցման համար: Մասնավորապես Հայաստան-Վրաստան 400 կՎ լարման Էլեկտրահաղորդման գծի կառուցում, որի արդյունքում զգալիորեն կխթանվի Էներգետիկայի բնագավառում տարածաշրջանային փոխշահավետ

համագործակցության զարգացումը, ինչպես նաև կատեղծվի նախապայման՝ ԱՊՀ երկրների էլեկտրաէներգետիկական համակարգի հետ զուգահեռ ոչ սինքրոն աշխատանք կազմակերպելու համար:

Ընդհանուր ծրագիրը նախատեսված էր իրականացնել երեք փուլով:

1. նախատեսվում է բարձր լարման 350 ՄՎտ հզորությունամբ հաստատուն հոսանքի փոխակերպիչ ենթակայանի շինարարություն, ինչպես նաև նոր, 400 կՎ «Դմաշեն» ենթակայանի, 400 կՎ «Դմաշեն-Այրում» և 500 կՎ «Այրում-Վրաստանի սահման» էլեկտրահաղորդման գծերի կառուցման աշխատանքներ,
2. նախատեսվում է հաստատուն հոսանքի ներդիրի 350 ՄՎտ հզորությամբ երկրորդ մոդուլի կառուցում և միջհամակարգային հզորությունը կհասցվի 700 ՄՎտ-ի:
3. ներառում է՝ «Այրում» հաստատուն հոսանքի ներդիրի երրորդ մոդուլի կառուցում և միջհամակարգային հզորությունը կհասցվի 1050 ՄՎտ-ի, ինչպես նաև «Դմաշեն-Այրում» 400 կՎ լարման երկրորդ շղթայի կառուցում:

Հայաստան-Վրաստան և Իրան-Հայաստան 400 կՎ լարման էլեկտրահաղորդման օդային գծերի միացման նպատակով նախատեսվում է կառուցել նաև 400/220 կՎ լարման ենթակայան:

Վերոնշյալ ենթակառուցվածքների շահագործման արդյունքում հյուսիս-հարավ հոլսալի կապ կատեղծվի, ինչպես նաև էլեկտրաէներգետիկական ոլորտում համագործակցության համար պայմաններ: Ըստ «Մայնի Ֆրանկֆուրտի Կրեդիտանշտալտ Ֆյուր Վիդերաուֆբան» կազմակերպության փորձագետների նախնական գնահատականի [34], վերը նշված ծավալներով ծրագրի

իրականացման արժեքը՝ ներառյալ առաջին փուլի արժեքը, կկազմի շուրջ 334 մլն ԱՄՆ դոլար:

Տարածաշրջանային ինտեգրման գործընթացի իրականացումը՝ վերջնական սպառողին վաճառվող 1 կՎտժ էլեկտրաէներգիայի սակագնի վրա րացուցիչ բեռ կառաջացնի՝ առավելագույնը շուրջ 3,9 ՀՀ դրամ/կՎտժ:

Համագործակցությունն Իրանի, Վրաստանի և Հայաստանի միջև տվյալ ոլորտում կխթանի ոլորտի զարգացումը և կնպաստի միասնական ուժերով արտահանման ակտիվացմանն աշխարհի տարբեր ուղղություններով՝ ընդլայնելով ցանցը: Այլ խոսքով, էլեկտրաէներգիա արտահանելու միասնական ցանց կարող է ստեղծվել տարածաշրջանի երկրների միջև, ինչը վստահաբար կբխի ՀՀ տնտեսական շահերից: Սա կնպաստի էլեկտրաէներգիայի արտադրանքի ծավալների ավելացմանը:

**Գ Լ ՈՒ Խ 2. Հ Հ Է Լ Ե Կ Տ Ր Ա Է Ն Ե Ր Գ Ի Ա Յ Ի
Ե Ր Կ Ա Ր Ա Ժ Ա Մ Կ Ե Տ Պ Ա Հ Ա Ն Ջ Ա Ր Կ Ի
Կ Ա Ն Խ Ա Տ Ե Ս Մ Ա Ն Ձ Գ Ա Յ ՈՒ Ն ՈՒ Թ Յ Ա Ն
Ո Ր Ո Շ ՈՒ Մ Ը**

**2.1 Ազդեցիկ գործոնների նկատմամբ
Է Լ Ե Կ տրաէներգիայի երկարաժամկետ
կանխատեսման զգայունություն
մեթոդիկան**

Կանխատեսումների իրականացման նպատակով օգտագործվող տարբեր գործոնների վերաբերյալ տեղեկատվություն համար բնորոշ է անորոշությունը: Ազդեցիկ գործոնները կարող են փոփոխվել ժամանակի ընթացքում՝ պայմանավորված տնտեսական, սոցիալական, մշակութային, բնապահպանական և այլ ազդեցություններով:

Է Լ Ե Կ տրաէներգիայի երկարաժամկետ պահանջարկի զգայունությունը տարբեր գործոնների նկատմամբ գնահատելու նպատակով առաջարկվում է կիրառել ՓՊ տեսություն մեթոդաբանությունը [35]:

ՓՊ-ն հնարավորություն է տալիս հարաբերականորեն փոքր վիճակագրական տեղեկատվության առկայության դեպքում մեծացնել ուսումնասիրության արդյունքների արդյունավետությունը, լավագույնս գնահատել պատահական և համակարգային սխալները, որոշել որքան փորձեր է անհրաժեշտ իրականացնել և ինչպես մշակել ստացված արդյունքները: Նշված մեթոդի առավելություններից է ցանկացած օբյեկտի

նկարագրման հնարավորությունը՝ ակտիվ փորձերի ալգորիթմերի ամբողջական պահպանմամբ: ՓՊ-ի արդյունքում ստացվում է գործընթացի մաթեմատիկական մոդել և աշխատանքների հետագա արդյունավետ իրականացման հնարավորություն է ստեղծվում:

Ընդհանրացնելով կարող ենք ասել, որ փորձարարական պլանավորումը փորձերի իրականացման այնպիսի քանակի և անցկացման պայմանների ընտրությամբ գործընթաց է, որոնք անհրաժեշտ և բավարարելի դրված խնդիրն անհրաժեշտ ճշտությամբ լուծելու համար [36]:

Առաջարկվում է ՓՊ-ի արդյունքում ստացված ռեգրեսիոն հավասարման գործակիցները օգտագործել որպես մոտեքային գործոնների նկատմամբ ելքային մեծության զգայունության մակարդակները բնութագրող մեծություններ:

ՓՊ տեսության հիմքում դրված են ռեգրեսիոն և դիսպերսիոն վերլուծության մեթոդները:

Ռեգրեսիոն վերլուծությունը հնարավորություն է տալիս փորձերի արդյունքները ներկայացնել ստորև բերված արտահայտությամբ՝

$$y = b_0 + \sum_{i=1}^k b_i x_i + \sum_{i=1}^k b_{ij} x_i x_j + \sum_{i < j}^k b_{ij} x_i x_j + \sum_{i=1}^k b_{ii} x_i^2 \quad (2.1)$$

որտեղ՝ y -ը հետազոտվող հարաչափն է (\$-ն կցիա կամ արձագանքի մակերևույթ), X_i, X_j -ազդող հարաչափերը (փոփոխական գործոններ), b_0, b_i, b_{ij}, b_{ii} - ռեգրեսիոն գործակիցները, k -ն գործոնների քանակը:

Սովորելի գործակիցները որոշվում են հետևյալ բանաձևով

$$b_i = \sum_{n=1}^N x_{in} y_n / N \quad (2.2)$$

որտեղ՝ n -ը փորձի համարն է, իսկ N փորձերի քանակը:

Գործակիցները վիճակագրական նշանակալիությունը որոշելու համար հաշվարկվում է ռեգրեսիայի գործակիցների վստահելի միջակայքերը [27]՝

$$\Delta b_i = \pm t^C \frac{\alpha_i b_0}{\sqrt{N}} \quad (2.3)$$

որտեղ՝ t^C - Սթյուդենտի չափանիշն է և որոշվում է աղյուսակներով, α_i - i -երորդ գործոնի հաշվարկի թույլատրելի սխալանքն է:

Ռեգրեսիայի գործակիցները կարելի է համարել վիճակագրականորեն նշանակալի, եթե դրա բացարձակ արժեքը հավասար է կամ գերազանցում է վստահելի միջակայքը: Հակառակ դեպքում դրանք գրոյացվում են [37]:

Արդյունքում ստացված մոդելի գործակիցները ցույց են տալիս մոտքային մեծությունների քանակական ազդեցությունը ելքային մեծության վրա, որը հնարավորություն է տալիս գործոնները դասակարգել ըստ նախընտրության:

Ռեգրեսիայի գործակիցները որոշելուց և դրանց նշանակալիությունը ստուգելուց հետո իրականացվում է ռեգրեսիոն հավասարման ադեկվատության վերլուծություն: Հավասարման ադեկվատության քանակական ցուցանիշ է հանդիսանում ոչ ադեկվատության դիսպերսիան, որը հաշվարկվում է ստորև բերված արտահայտությամբ [38].

$$S_{\text{res}}^2 = \sum_{n=1}^N (y_{n\text{res}} - y_{n\text{mod}})^2 / (N - k - 1) \quad (2.4)$$

այստեղ՝ $y_{n\text{res}}$ - ը n -րդ փորձում ռեգրեսիայի հավասարման միջոցով որոշված հարաչափի մեծությունն է, $y_{n\text{mod}}$ - ը միևնույն փորձի արդյունքում փորձի ելքային մեծությունն է:

Մոդելի ադեկվատության հիպոթեզը ստուգվում է Ֆիշերի F չափանիշի օգնությամբ [39]:

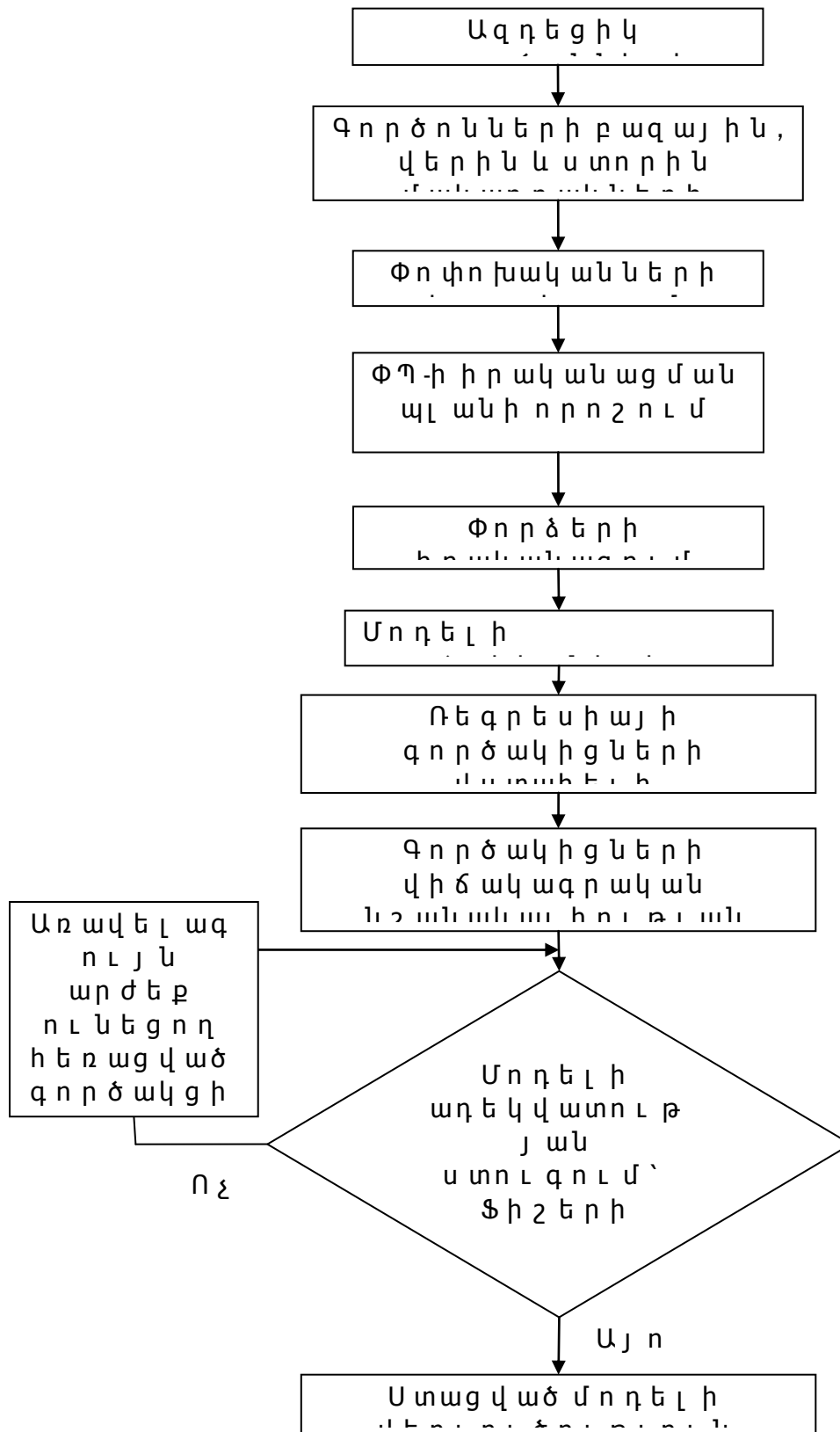
$$F_{f_1, f_2}^{\text{mod}} = S_{\text{res}}^2 / S_y^2 \quad (2.5)$$

որտեղ՝ f_1, f_2 -ը ադեկվատության և փորձի դիսպերսիաների որոշման ընթացքում ազատության մակարդակներն են, $S_{\bar{y}}^2 = \frac{1}{N} \sum_l^m (y_{u,l} - \bar{y}_u)^2$ փորձերի դիսպերսիան է:

Մոդելը համարվում է ադեկվատ, եթե հաշվարկային $F_{\text{փորձ}}$ չափանիշը չի գերազանցում համապատասխան նշանակության մակարդակի համար ադյունակային մեծությունը:

Ստացված հավասարումները հետագա հաշվարկներում կիրառելու նպատակով վերափոխում են ոչ կոդավորված փոփոխականների (բնական արժեքների):

Հաշվարկների հետագոտությունն իրականացվում է համաձայն նկար 2.1-ի բլոկ-սխեմայում ներկայացված հաջորդականության:



Նկար 2.1 ՓՊԲԼՈԿ-սխեմա

2.2 Զղոլմայի նսցենարի ձևավորումը

MARKAL (Market Allocation) ծրագրային փաթեթը մշակված է The Energy Technology Systes Analysis Programm ընկերությունում [40]: Ծրագրի աշխատանքն իրականացվում է մի քանի համակարգչային ծրագրերի համադրությամբ, որի արդյունքում հնարավորություն է ստեղծվում մանրամասն մոդելավորել էներգահամակարգը, հաշվարկել էներգիաների նկատմամբ պահանջարկը, որի արդյունքում իրականացվում է պահանջարկի ծածկում նվազագույն ծախսումներով: Մոդելին տրվում է կոնկրետ բազային տարվա անհրաժեշտ ստեղծկատվությունը, որից հետո կանխատեսումներն իրականացվում են տարեկան երկարաժամկետ կտրվածքով: Մոդելում մուտքագրվում են ոլորտների և ենթաոլորտների վերաբերյալ մանրամասն տեղեկատվություն: Ծրագիրը հնարավորություն է տալիս մոդելավորել տարբեր տեսակի սահմանափակումներ: Բացի զարգացման հղումային սցենարից, հնարավոր է դիտարկել նաև այլ ընտրանքային սցենարներ և իրականացնել արդյունքների համեմատական վերլուծություն: Առավել մանրամասն ներկայացնենք հղումային սցենարը:

Զղոլմային սցենարի համար ընդունվել են հետևյալ ենթադրությունները [28].

Էլեկտրաէներգիա-գազ փոխանակման ծրագիրն ուժի մեջ կլինի մինչև 2026 թվականը՝ համաձայն Իրանի և Չայաստանի միջև համաձայնագրերում ներկայացված պահանջների, նոր 1 000 ՄՎտ հզորություն բաժանված կայանը կկառուցվի մինչև 2027 թվականը, ենթադրություններ են կատարվել ՌԴ-ից ներկրվող գազի գնի վերաբերյալ և դիտարկվել է

մի ն չ և 2 մ լ ն . կ Վ տ ժ Է լ Ե կ տր ա Է ն Ե ր գ ի ա յ ի փ ո խ հ ո ս ք Ե ր ի
հ ն ա ր ա վ ո ր ո ւ թ յ ո ւ ն ը Վ ր ա ս տ ա ն ի հ Ե տ :

Կ ա ն խ ա տ Ե ս ո ւ մ ն Ե ր ն ի ր ա կ ա ն ա գ վ Ե լ Ե ն մ ի ն չ և 2036
թ վ ա կ ա ն ը :

Բ ա գ ի ս ա յ ի ն տ ա ր ի Է ը ն դ ո ւ ն վ Ե լ 2012 թ վ ա կ ա ն ը :
Հ ա մ ա պ ա տ ա ս խ ա ն ց ո ւ ց ա ն ի շ ն Ե ր ը Բ Ե ր վ ա ծ Ե ն
ա դ յ ո ւ ս ա կ 2.1-ո ւ մ :

**Ազդող գործոնների մեծությամբ
բազիսային տարում, 2012 թվական**

Անվանում	2012 թվական
ՀԱԱ, մլն. եվրո	7 741,7
Գյուղատնտեսության ոլորտի մասնաբաժինը ՀԱԱ-ում, մլն. եվրո	1 556,1
Արդյունաբերության ոլորտի մասնաբաժինը ՀԱԱ-ում, մլն. եվրո	2 252,8
Սպասարկման ոլորտի մասնաբաժինը ՀԱԱ-ում, մլն. եվրո	2 694,1
Տրանսպորտի ոլորտի մասնաբաժինը ՀԱԱ-ում, մլն. եվրո	1 238,7
Բնակչություն, հազ. մարդ	3 265,1
Մեկ բնակարանում անձերի քանակը, մարդ	3,76
Ռուսաստանից ներմուծվող բնական գազի գինը, եվրո /տմ³	143
Էներգախնայողության հրականացման մակարդակը, %	0

Ընդունվել է, որ 2012 թվականի նկատմամբ ՀԱԱ-ն կաճի 177 %-ով, իսկ բնակչության թվաքանակը կնվազի 2.88%-ով: Ըստ տարիների տեղեկատվությունը ներկայացված է աղյուսակ 2.2-ում:

ՀԱԱ-ի և բնակչության աճի տեմպերն ըստ տարիների

Անվանում	2015	2018	2021	2024	2027	2030	2033	2036
ՀԱԱ	5.70%	5.70%	5.70%	5.70%	3.00%	3.00%	3.00%	3.00%
Բնակչության	0.175%	0.024%	0.024%	-0.215%	-0.215%	-0.215%	-0.275%	-0.275%

ՀԱԱ-ի կառուցվածքի կանխատեսումն հնարավոր է իրականացնել պատմական տվյալների հիման վրա, սակայն զարգացող և անցումային տնտեսությամբ երկրներում տեղեկատվության բացակայությամբ մեղմացնելու նպատակով դիտարկվում են նման տնտեսական ցուցանիշներ ունեցող երկրների բնութագրերը [41]: Արդյունքում, հղումային սցենարում ընդունված մեծություները ներկայացված են աղյուսակ 2.3-ում [28]:

ՀԱԱ-ի կառուցվածքի փոփոխություններն ըստ տարիների

Անվանում	2015	2018	2021	2024	2027	2030	2033	2036
Գյուղատնտեսություն	5.70%	5.70%	5.70%	5.70%	3.00%	3.00%	3.00%	3.00%
Արդյունաբերություն	5.70%	5.70%	5.70%	5.70%	3.00%	3.00%	3.00%	3.00%
Սպասարկում	5.70%	5.70%	5.70%	5.70%	3.00%	3.00%	3.00%	3.00%
Տրանսպորտ	5.70%	5.70%	5.70%	5.70%	3.00%	3.00%	3.00%	3.00%

**Մեկ բնակարան ու մանձեռի քանակի աճի տեմպերն
ըստ տարիների, մարդ**

Անվանում	2015	2018	2021	2024	2027	2030	2033	2036
Անձեռի քանակը	-1.48%	-0.50%	-0.50%	-0.50%	-0.50%	-0.50%	-0.50%	-0.50%

Էլեկտրաէներգիա-գազ փոխանակման պայմանագրի վերաբերյալ ենթադրություններն իրականացվել են հիմք ընդունելով այն, որ 2019 թվականից սկսած կգործի 400 կՎ օդային գիծը և կբավարարվեն մինչև 2026 թվականը պայմանագրային

պարտավորությունները: Ճավալային ցուցանիշները ներկայացված են աղյուսակ 2.5-ում:

Աղյուսակ 2.5

**Էլեկտրաէներգիա-գազ փոխանակման ծրագրի
շրջանակներում ծավալային ցուցանիշներն ըստ
տարիների**

Անվանում	2015	2021	2024	2027	2030	2033	2036
Էլեկտրաէներգիայի արտահանում (ԳՎտժ)	1,200	6,900	6,900	6,900	6,900	6,900	6,900
Բնական գազի ներմուծում (մլն մ ³)	405	2,300	2,300	2,300	2,300	2,300	2,300

Մյուս կարևոր ենթադրությունը հյուսիսից բնական գազի ներմուծման գնի փոփոխությունն է, որը մինչև 2018 թվականը կկազմի 189 ԱՄՆ դոլար, և հետագայում կաճի Ռուս-Հայկական միջկառավարական համաձայնագրերի համապատասխան: Բոլոր գները ներկայացված են աղյուսակ 2.6-ում:

Աղյուսակ 2.6

**Ռուսաստանի ց ներմուծվող բնական գազի գինը ,
Եվրո /տմ³**

Անվանում	2012-2018	2021	2024	2027	2030	2033	2036
Ռուսական ն գազի ն ներմուծ ման գինը	143	184	208	225	239	254	269

Աղյուսակ 2.7

**Էներգախնայող ուղղության իրականացման
մակարդակի աճի տեմպերնը ստտարիներին**

Անվանում	2015	2021	2024	2027	2030	2033	2036
Էներգախնայող ուղղության մակարդակ	0%	0.05%	0.08%	0.08%	0.08%	0.08%	0%

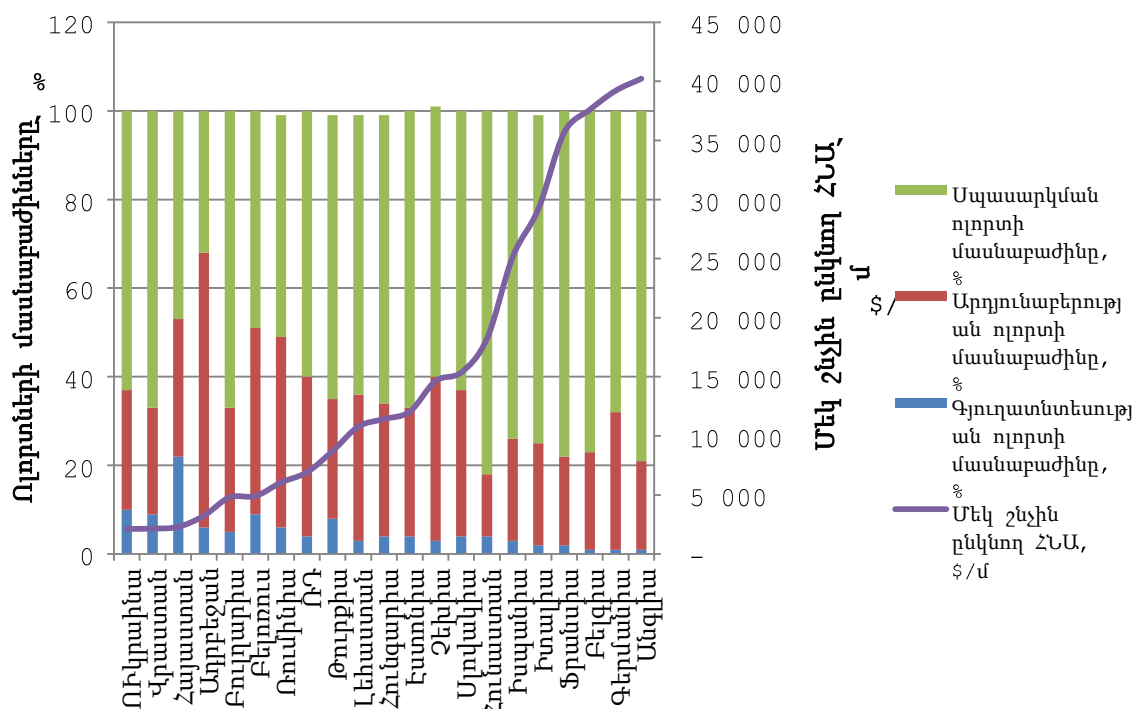
**2.2 Փորձարարական հետազոտություններին
պլանավորումը և իրականացումը**

Հաշվի առնելով բազիսային տարբերակումը նդունված մուտքային փոփոխականների վերաբերյալ ներկայացված տեղեկատվությունը մեր մոդելի համար մուտքային փոփոխականներ են ընտրվել .

- ՀՆԱ-ի աճի տեմպերը՝ $G, \%$,
- բնակչության թվաքանակի աճի տեմպերը՝ $P, \%$,
- մեկ բնակարանում մանձերի քանակը, $D, \%$,
- ՌԴ-ի ց ներմուծվող գազի գնի մեծությունը՝ GP ,
Եվրո /տմ³
- գյուղատնտեսության՝ Agr , ուղղորդված աճի տեմպերը, $\%ՀՆԱ$,

- սպասարկում՝ Ser, ու ռոտներ ի աճի տեմպերը, %ՅՆԱ,
- Էներգախնայողությունը իրականացման մակարդակը՝ %ES:

Տարբեր երկրների ՅՆԱ-ի կառուցվածքի վերլուծությունը ցույց է տալիս, որ այն Եական ազդեցություն ունի մեկ շնչին ընկնող ՅՆԱ-ի մեծության վրա: Մասնավորապես ՅՆԱ-ի բարձր արժեքներ ունեցող զարգացած երկրներին բնորոշ են գյուղատնտեսության մասնաբաժնի փոքր արժեքները և սպասարկման ու ռոտի բարձր արժեքները [42]: Ուստի դա նշանակում է, որ տարբեր ու ռոտների զարգացման տեմպերը կլինեն տարբեր, ինչը և կբերի ՅՆԱ-ի կառուցվածքի փոփոխմանը: 2013 թվականի համապատասխան վիճակագրական տվյալները [42] ներկայացված են նկար 2.2:



Նկար 2.2 Մեկ շնչին ընկնող ՅՆԱ-ի և տնտեսության ու ռոտների մասնաբաժնի ներկայացումը

ՓՊ-ն մոտապահի գործունեության համար ընդունվել են հղումային սցենարից շեղման տիրույթները,

մասնավորապես ՀՆԱ-ի աճի տեմպերի համար՝ $\pm 8\%$, բնակչության թվաքանակի աճի տեմպերի համար՝ $\pm 10\%$, մեկ տնտեսական ընկերության անձերի քանակի, գյուղատնտեսության և սպասարկման ոլորտների աճի տեմպերի համար՝ $\pm 5\%$:

ՓՊ-ում կիրառվում է գործունեության կոդավորում, որի ընթացքում փոփոխական գործունեության կոդերին առնչվող սկիզբը տեղափոխվում է փորձի կենտրոն և կոդավորում:

$$x_i = \frac{x_i \pm x_{io}}{\Delta x_i} \quad (2.6)$$

որտեղ՝ x_{io} -ն գործունեության մակարդակն է, Δx_i -ն փոփոխման միջակայքը:

Վերոնշյալ փոփոխությունները ներկայացված են աղյուսակներ 2.8-2.14-ում:

Աղյուսակ 2.8

**ՀՆԱ-ի աճի տեմպերն ըստ տարիների և
մակարդակների (x_1)**

Մակարդակներ	G, %					
	2021	2024	2027	2030	2033	2036
Բազային մակարդակ (0)	5.70	5.70	3.00	3.00	3.00	3.00
Շեղման միջակայք (Δx_1)	0.46	0.46	0.24	0.24	0.24	0.24
Վերին մակարդակ (+1)	6.16	6.16	3.24	3.24	3.24	3.24
Ստորին մակարդակ (-1)	5.24	5.24	2.76	2.76	2.76	2.76

Աղյուսակ 2.9

**Բնակչության աճի տեմպերն ըստ տարիների և
մակարդակների (x_2)**

Մակարդակներ	P, %					
	2021	2024	2027	2030	2033	2036

Բազային մակարդակ (0)	0.024	-0.215	-0.215	-0.215	-0.275	-0.275
Շեղման միջակայք (Δx_2)	0.002	-0.022	-0.022	-0.022	-0.028	-0.028
Վերին մակարդակ (+1)	0.026	-0.237	-0.237	-0.237	-0.303	-0.303
Ստորին մակարդակ (-1)	0.022	-0.194	-0.194	-0.194	-0.248	-0.248

Աղյուսակ 2.10

**Մեկ բնակարան ու մանձեռի քանակի աճի տեմպերն
ըստ տարիների և մակարդակների (x_3)**

Մակարդակներ	D, %					
	2021	2024	2027	2030	2033	2036
Բազային մակարդակ (0)	-0.500	-0.500	-0.500	-0.500	-0.500	-0.500
Շեղման միջակայք (Δx_3)	-0.025	-0.025	-0.025	-0.025	-0.025	-0.025
Վերին մակարդակ (+1)	-0.525	-0.525	-0.525	-0.525	-0.525	-0.525
Ստորին մակարդակ (-1)	-0.475	-0.475	-0.475	-0.475	-0.475	-0.475

Աղյուսակ 2.11

**Ռուսաստանի ցնեքմուծվող գազի գնի աճի
տեմպերն ըստ տարիների և մակարդակների (x_4)**

Մակարդակներ	GP, Եվրո /տմ ³					
	2021	2024	2027	2030	2033	2036
Բազային մակարդակ (0)	184	208	225	239	254	269
Շեղման միջակայք (Δx_4)	9	10	11	12	13	13
Վերին մակարդակ (+1)	193	218	236	251	267	282
Ստորին մակարդակ (-1)	175	198	214	227	241	256

Աղյուսակ 2.12

**Գյուղատնտեսական ոլորտի աճի տեմպերն ըստ
տարիների և մակարդակների (x_5)**

Մակարդակներ	AGR, % ՆԱ					
	2021	2024	2027	2030	2033	2036
Բազային մակարդակ (0)	5.500	5.500	2.800	2.800	2.800	2.800

Շեղման միջակայք (Δx_5)	0.275	0.275	0.140	0.140	0.140	0.140
Վերին մակարդակ (+1)	5.775	5.775	2.940	2.940	2.940	2.940
Ստորին մակարդակ (-1)	5.225	5.225	2.660	2.660	2.660	2.660

Աղյուսակ 2.13

**Սպասարկման ուղորտի աճի տեմպեր նըստ
տարիներին և մակարդակներին (x_6)**

Մակարդակներ	SER, % ՅՆԱ					
	2021	2024	2027	2030	2033	2036
Բազային մակարդակ (0)	5.800	5.800	3.100	3.100	3.100	3.100
Շեղման միջակայք (Δx_6)	0.290	0.290	0.155	0.155	0.155	0.155
Վերին մակարդակ (+1)	6.090	6.090	3.255	3.255	3.255	3.255
Ստորին մակարդակ (-1)	5.510	5.510	2.945	2.945	2.945	2.945

Աղյուսակ 2.14

**Էներգախնայող ուղղության աճի տեմպեր նըստ
տարիներին և մակարդակներին (x_7)**

Մակարդակներ	ES, %					
	2021	2024	2027	2030	2033	2036
Բազային մակարդակ (0)	0.025	0.050	0.080	0.080	0.080	0.080
Փոփոխման միջակայք (Δx_7)	0.001	0.003	0.004	0.004	0.004	0.004
Վերին մակարդակ (+1)	0.026	0.053	0.084	0.084	0.084	0.084
Ստորին մակարդակ (-1)	0.024	0.048	0.076	0.076	0.076	0.076

Հաշվի առնելով, որ մեր փոփոխականներն ընտրված են 2 մակարդակներով, կարելի է հաշվարկել լրիվ գործոնային պլանի իրականացման համար անհրաժեշտ փորձերի քանակը համաձայն (2.7) բանաձևի.

$$N = p^k = 2^7 = 128 \quad (2.7)$$

Լրիվ գործոնային պլանի փորձերի քանակը զգալիորեն գերազանցում է որոշվող գծային

գործակիցների քանակը և քանի որ առավել էական նշանակություն էն ունենում գծային գործակիցները, իսկ եռակի և ավել փոխազդեցությունները հաճախ ոչ էական են [43], ապա նպատակահարմար է կրճատել փորձերի քանակը այնպիսի տեղեկատվության հաշվին, որը ոչ այնքան էական է գծային մոդելների կառուցման համար՝ պահպանելով պլանավորման մատրիցի օպտիմալ հատկությունները: Ոչ էական են համարվել x_1x_3 , x_2x_3 և x_3x_4 գործոնների համատեղ ազդեցությունները: Նշվածի իրագործման նպատակով կիրառվել է ՓՊ կոտորակային $1/8$ կարգի ռեպլիկ [44], որի արդյունքում իրականացվել էն $N = 2^{7-3} = 16$ փորձեր: ՓՊ-ն ներկայացված է աղյուսակ 2.15-ում:

Փոփոխության ինդեքսի

N	Գործոնները							
	X0	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7
						X5=X1X3	X6=X2X3	X7=X3X4
1	1	1	1	1	1	1	1	1
2	1	-1	1	1	1	-1	1	1
3	1	1	-1	1	1	1	-1	-1
4	1	-1	-1	1	1	-1	-1	-1
5	1	1	1	-1	1	-1	-1	-1
6	1	-1	1	-1	1	1	-1	-1
7	1	1	-1	-1	1	-1	1	1
8	1	-1	-1	-1	1	1	1	1
9	1	1	1	1	-1	1	1	-1
10	1	-1	1	1	-1	-1	1	-1
11	1	1	-1	1	-1	1	-1	1
12	1	-1	-1	1	-1	-1	-1	1
13	1	1	1	-1	-1	-1	-1	1
14	1	-1	1	-1	-1	1	-1	1
15	1	1	-1	-1	-1	-1	1	-1
16	1	-1	-1	-1	-1	1	1	-1

Էկոտրատերգիայի պահանջարկի կանխատեսվող մեծությունը վրա դիտարկվող գործոնների ազդեցությունը գծային մաթեմատիկական մոդելը 2021 թվականի համար ընդունում է հետևյալ ռեգրեսիոն հավասարման տեսքը.

$$W_{2021} = 7408.99 + 76.06x_1 - 9.68x_2 - 1.24x_3 - 1.29x_4 - 0.47x_5 + 41.67x_6 + 0.83x_7 \quad (2.8)$$

Հավասարման գործակիցների վստահություն միջակայքը, համաձայն 2.3 արտահայտության, երբ $\alpha = 0.01$ կազմում է $\Delta b_{2021} = 32,32$: Քանի որ ռեգրեսիոն հավասարման այն գործակիցները, որոնց բացարձակ արժեքները փոքր են վստահության միջակայքից՝ վիճակագրականորեն ոչ նշանակալի են և կարող են չդիտարկվել հետագա ուսումնասիրության ընթացքում, ուստի (2.8) արտահայտությունը կընդունի հետևյալ տեսքը.

$$W_{2021} = 7408.99 + 76.06x_1 - 41.67x_6 \quad (2.9)$$

Մոդելի ադեկվատության հիպոթեզի ստուգման նպատակով, (2.5) արտահայտության համաձայն, հաշվարկվել է Ֆիշերի գործակիցը և համեմատվել ադյունակային տվյալների հետ [32]՝ $\alpha = 0.01$ նշանակալիության մակարդակի դեպքում:

$$F_{7,16}^{0.07} = 0.07 \quad (2.10)$$

$$F_{7,16}^{0.026} = 4,026 \quad (2.11)$$

Հաշվի առնելով, որ $F_{7,16}^{0.07} < F_{7,16}^{0.026}$ կարող ենք ասել, որ մոդելը ադեկվատ է:

Արդյունքում, ստացված հավասարության վերլուծության ընթացքում կարելի է եզրակացնել, որ էկտրաէներգիայի պահանջարկի մեծությունը 2021 թվականին առավել զգայուն է ՀՆԱ-ի աճի տեմպերի նկատմամբ: Միևնույն ժամանակ տեսնում ենք, որ ՀՆԱ-ի աճի տեմպերի $\pm 5\%$ -ով շեղման դեպքում էկտրաէներգիայի պահանջարկի մեծությունը հղումային սցենարից կշեղվի ընդամենը $\frac{b_1}{b_0} 100\% = \frac{76.06}{7408.99} 100\% = 1.03\%$ -ով, բնակչության աճի տեմպերի $\pm 10\%$ -ով շեղման և ՌԴ-ի ցներմուծվող բնական գազի գնի $\pm 5\%$ -ով շեղման դեպքում՝ $\frac{b_6}{b_0} 100\% = \frac{41.67}{7408.99} 100\% = 0.56\%$ -ով: Մնացած գործոնների հղումային սցենարից հնարավոր շեղումները գործնականում ոչ մի ազդեցություն չեն ունենում էկտրաէներգիայի պահանջարկի կանխատեսվող մեծության վրա:

Նույն տրամաբանությամբ ստացվել են նաև մյուս տարիների համար էկտրաէներգիայի պահանջարկի վրա դիտարկվող գործոնների ազդեցությունը հաշվի առնող ռեգրեսիոն հավասարության ներկայացված 2.12-2.16 արտահայտություններով [45].

$$W_{2024} = 8015.01 + 133.21x_1 + 65.39x_6 \quad (2.12)$$

$$W_{2027} = 8364.57 + 209.15x_1 - 66.19x_2 - 66.51x_3 + 51.00x_4 - 47.42x_5 + \\ + 116.20x_6 - 46.58x_7 \quad (2.13)$$

$$W_{2030} = 9117.73 + 252.05x_1 - 105.49x_2 - 103.62x_3 - 69.24x_4 - 80.56x_5 + \\ + 90.70x_6 - 85.08x_7 \quad (2.14)$$

$$W_{2033} = 9485.09 + 311.4x_1 - 44.86x_2 - 45.34x_3 + 173.87x_6 \quad (2.15)$$

$$W_{2036} = 9692.31 + 327.91x_1 - 66.74x_2 + 143.99x_6 - 60.72x_7 \quad (2.16)$$

Ստացված հավասարումներում ադեկվատության հիպոթեզի ստուգման արդյունքում ապացուցվեց, որ ադեկվատության ապահովման նպատակով փրացուցիչ գործոնների ներմուծման անհրաժեշտություն չի առաջանում:

Հղումային սցենարների ադեցիկ գործոնների $\pm 5\%$ -ով շեղման դեպքում էլեկտրաէներգիայի պահանջարկի մեծության շեղումը հղումային սցենարից ըստ տարիների և գործոնների ներկայացված է աղյուսակ 2.16-ում:

Աղյուսակ 2.16

Տարի	Էլեկտրաէներգիայի պահանջարկի մեծության շեղումը հղումային սցենարից ըստ ադեցիկ գործոնների							Գործոնների գումարային ադեցություն
	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6	x_7	
2021	1.03%	-	-	-	-	0.56%	-	1.59%
2024	1.66%	-	-	-	-	0.82%	-	2.48%
2027	2.50%	-0.79%	-0.80%	-0.61%	-0.57%	1.39%	-0.56%	7.21%
2030	2.76%	-1.16%	-1.14%	-0.76%	-0.88%	0.99%	-0.93%	8.63%
2033	3.28%	-0.47%	-0.48%	-	-	1.83%	-	6.07%
2036	3.38%	-0.69%	-	-	-	1.49%	-0.63%	6.18%

Ստացված արդյունքներին կարելի է
եզրակացնել յոլեններ անել էլեկտրաէներգիայի
պահանջարկի մեծությունը վրա դիտարկված
գործոններին ազդեցությունը վերաբերյալ :

2.5 Եզրակացություն

- Էլեկտրաէներգիայի պահանջարկի վրա ազդող գործոններին որոշակի, տվյալ դեպքում $\pm 5\%$ ՝ հղումային սցենարի նկատմամբ, շեղման դեպքում Էլեկտրաէներգիայի պահանջարկի շեղման աստիճանը գնահատելու նպատակով առաջարկվում է կիրառել պլանավորման տեսություն մեթոդաբանությունը:
- Էլեկտրաէներգիայի պահանջարկի միջին մեծությունն ըստ տարիներին կկազմեն 2021 թվականին՝ 7 409 ԳՎտԺ, 2024 թվականին՝ 8 015 ԳՎտԺ, 2027 թվականին՝ 8 365 ԳՎտԺ, 2030 թվականին՝ 9 118 ԳՎտԺ, 2033 թվականին՝ 9 485 ԳՎտԺ, և 2036 թվականին՝ 9 692 ԳՎտԺ:
- Էլեկտրաէներգիայի պահանջարկի վրա դիտարկված բոլոր տարիներին առավել ազդեցիկ են ՀՆԱ-ի և մեծամասամբ սպասարկման ոլորտի մասնաբաժնի հղումային սցենարից շեղումները:
- 2021 և 2024 թվականներին Էլեկտրաէներգիայի պահանջարկն առավել զգայուն է ինչպես ՀՆԱ-ի, այնպես էլ սպասարկման ոլորտի մասնաբաժնի նշված միջակայքում հղումային սցենարից շեղման նկատմամբ:
- 2027 և 2030 թվականներին Էլեկտրաէներգիայի պահանջարկը զգայուն է դիտարկված բոլոր յոթ գործոններին շեղումներին նկատմամբ:
- 2033 թվականին Էլեկտրաէներգիայի պահանջարկը առավել զգայուն է ՀՆԱ-ի, բնակչության թվաքանակի, մեկ բնակարանում անձերի քանակի և սպասարկման ոլորտի մասնաբաժնի հղումային սցենարից շեղման նկատմամբ:

- 2036 թվականին Էլեկտրաէներգիայի պահանջարկն Էներգախնայողության միջոցառումների հրականացման արդյունքում այս գործոնի հղումային սցենարից շեղման նկատմամբ առավել զգայուն է դառնում:
- Էլեկտրաէներգիայի պահանջարկի զգայունությունը գործոնների գումարային ազդեցության նկատմամբ մինչև 2024 թ. բավականին ցածր է և չի գերազանցում 2.48%, սակայն 2027թ. հետո այն գերազանցում է 6%՝ ընդունելով 2030թ. առավելագույն 8.32% արժեքը:

Գ Լ ՈՒ Խ 3.3 Ձ ՈՐ ՈՒ Թ Յ ԱՆ Պ Ա Յ ԱՆ Ջ ԱՐ Կ Ի Կ ԱՆ ԽԱՏ Ե Ս ՈՒ Մ

3.1 Է Լ Ե Կ տր ա կ ա ն բ ե ո ի կ ա ն խա տ ե ս մ ա ն մ ե թ ո դ ն ե թ ի հ ա մ ե մ ա տ ա կ ա ն վ ե թ Լ ու ծ ու թ յ ու ն՝ ա վ ա ն դ ա կ ա ն մ ե թ ո դ ն ե թ և ա ր հ ե ս տ ա կ ա ն ի ն տ ե Լ Ե Կ տ

Է Լ Ե Կ տր ա կ ա ն բ ե ո ի կ ա ն խա տ ե ս ու մ ը Ե Լ ա կ ե տ ա յ ի ն տե դ ե կ ա տ վ ու թ յ ու ն Ե ա պ ա հ ո վ ու մ Է Լ Ե Կ տր ա Ե ն ե թ գ ե տ ի կ ա կ ա ն հ ա մ ա կ ա ր գ ու մ ն ո Ր մ ա Լ Է Լ Ե Կ տր ա կ ա ն ռ ե ժ ի մ ն ե թ ի գ ո Ր ծ ը ն թ ա ց ու մ ո Ր ո շ ու մ ն ե թ կ ա յ ա ց ն ե Լ ի ս : Կ ա ն խա տ ե ս ու մ ն ե թ ի հ ի մ ա ն վ Ր ա հ ա շ վ ա ր կ վ ու մ Ե ն Է Լ Ե Կ տր ա Ե ն ե թ գ ե տ ի կ ա կ ա ն հ ա մ ա կ ա ր գ ի Ե Լ ա կ ե տ ա յ ի ն և Լ ա վ ա ր կ վ ա ծ ռ ե ժ ի մ ն ե թ ը , դ Ր ա ն ց հ ու ս ա Լ ի ու թ յ ու ն ը , տ ն տ ե ս ա կ ա ն ա ր դ յ ու ն ա վ ե տ ու թ յ ու ն ը , Է Լ Ե Կ տր ա Ե ն ե թ գ ի ա յ ի ո Ր ա կ ա կ ա ն ց ու ց ա ն ի շ ն ե թ ը և ա յ Լ ն :

Ռ ե ժ ի մ ա յ ի ն հ ա ր ա չ ա փ ե թ ի և տ ե խ ն ի կ ա տ ն տ ե ս ա կ ա ն ց ու ց ա ն ի շ ն ե թ ի պ Լ ա ն ա վ ո Ր ու մ ը հ ա ն դ ի ս ա ն ու մ Ե Է Լ Ե Կ տր ա Ե ն ե թ գ ե տ ի կ ա կ ա ն հ ա մ ա կ ա ր գ ի գ ո Ր ծ ու ն ե ու թ յ ա ն ա պ ա հ ո վ մ ա ն կ ա ր և ո Ր ա գ ու յ ն խ ն դ ի Ր ն ե թ ի ց մ ե կ ը : Ս ա պ ս վ ո դ օ Ր վ ա , շ ա ք ա թ վ ա , ա մ ս վ ա , տ ա ր վ ա հ ա մ ա ր տ ա ր բ ե թ ց ու ց ա ն ի շ ն ե թ ի հ ի մ ա ն վ Ր ա պ Լ ա ն ն ե թ կ ա գ մ ե Լ ի ս Է ն ե թ գ ա հ ա մ ա կ ա ր գ ի բ ա ժ ի ն ն ե թ ն ու ծ ա ռ ա յ ու թ յ ու ն ն ե թ ը Է ն ե թ գ ա հ ա շ վ ե կ շ ռ ի պ Լ ա ն ա վ ո Ր մ ա ն խ ն դ ի Ր Ե ն Լ ու ծ ու մ , ա յ ն Է Է Լ Ե Կ տր ա Ե ն ե թ գ ի ա յ ի (հ գ ո Ր ու թ յ ա ն) պ ա հ ա ն ջ ա ր կ ի և դ Ր ա բ ա վ ա ր ա ր մ ա ն մ ի ջ ո ց ն ե թ ի հ ա ր ա ք ե թ ա կ ց ու թ յ ու ն ը [46]:

Պ Լ ա ն ա վ ո Ր մ ա ն Ժ ա մ ա ն ա կ հ ի մ ն ա կ ա ն ց ու ց ա ն ի շ ն ե թ ի ց մ ե կ ը Է Լ Ե Կ տր ա Ե ն ե թ գ ի ա յ ի

(հ գ ո Ր ու թ յ ա ն) ս պ ա ս վ ող պահանջարկի
կանխատեսում մայիսն մեծությունն է ամբողջ
համակարգի, սպառողական խմբերի, ինչպես նաև
առանձին սպառողների, սպառման շղթայի առանձին
հանգույցներում [47]: Այլ խոսքերով
էլեկտրաէներգիայի (հ գ ո Ր ու թ յ ա ն) պահանջարկը
(այսուհետ՝ պահանջարկ) հիմնավոր ցուցանիշ է
հանդիսանում էլեկտրաէներգիայի, հ գ ո Ր ու թ յ ա ն ,
ինչպես նաև էլեկտրական ռեժիմների հետագա
պլանավորման համար: Ճշգրիտ հաշվարկները
ապահովում են տնտեսական տեսանկյունից բեռի
օպտիմալ բաշխում:

Եւ եկ տրաւ ներգիայի պահանջարկի
 երկարաժամկետ կանխատեսումը տարվա, եռամսյակի,
 ամսվա կտրվածքով օգտագործվում է
 Եւ եկ տրաւ ներգիայի արտադրության և սպառման
 համեմատական հաշվեկշիռներին ձևավորման համար:
 Եւ եկ տրաւ ներգիայի արտադրության և սպառման
 հաշվեկշիռներն իրենց հերթին հիմք են
 հանդիսանում Եւ եկ տրական կայանների
 աշխատանքային ռեժիմներին պլանավորման, ՋԵԿ
 վառելիքի անհրաժեշտ պաշարներին ծավալի որոշման,
 սարքավորումների նորոգման ժամանակացույցի
 ձևավորման և այլնի համար [48]: Հաշվի առնելով
 Եւ եկ տրաւ ներգիայի արտադրության և սպառման
 ձևավորված համեմատական հաշվեկշիռները՝
 որոշվում են նաև Եւ եկ տրական էներգիայի
 (հզորություն) սակագները Եւ երգահամակարգում:

Պահանջարկի կարճաժամկետ կանխատեսումները, մեկշաբաթից մինչև մեկ օր, հիմք են հանդիսանում կարգավարական գրաֆիկների ձևավորման համար: Միաժամանակ որոշվում են եներգահամակարգում անհրաժեշտ ծավալները և հզորությունը՝ բաշխումը: Արտադրության և սպառման ծավալները՝ կարգավարական գրաֆիկները, հանդիսանում են

Է ն ե ր գ ա հ ա մ ա կ ա ր գ ի կ ա ր ն ո ր ա գ ու յ ն ց ու ց ա ն ի շ ն ե ր ը ,
ո ր ո ն ք ո ր ո շ ու մ է ն դ ր ա ն ց ա շ խ ա տ ա ն ք ի հ ի մ ն ա կ ա ն
ա ս ա ե կ տ ն ե ր ը ` կ ա յ ա ն ն ե ր ու մ Է Լ ե կ տ ր ա Է ն ե ր գ ի ա յ ի
ա ր տ ա դ ր ու թ յ ա ն գ ր ա \$ ի կ ն ե ր ը , պ ա հ ու ս տ ն ե ր ը ` հ ա շ վ ի
ա ճ ն ե Լ ո վ գ ե ն ե ր ա ց ն ո ղ ս ա ր ք ա վ ո ր ու մ ն ե ր ի
կ ա ճ ու ց վ ա ծ ք ը :

Պ ա հ ա ն ջ ա ր կ ի կ ա ն խ ա տ Ե ս մ ա ն հ ա շ վ ա ր կ մ ա ն
խ ն դ ի ր ը Լ ու ծ վ ու մ Է ժ ա մ ա ն ա կ ա յ ի ն ք ու ո ր
մ ի ջ ա կ ա յ ք ե ր ի հ ա մ ա ր ` կ ա ն խ ա տ Ե ս վ ո ղ
ժ ա մ ա ն ա կ ա հ ա տ վ ա ծ ի ն վ ա գ մ ա ն ը գ ու գ ա հ ե ռ
հ ա շ վ ա ր կ ն ե ր ի հ ա ջ ո ր դ ա կ ա ն ճ շ գ ր տ մ ա մ ք :
Է Լ ե կ տ ր ա Է ն ե ր գ ի ա յ ի պ ա հ ա ն ջ ա ր կ ի պ Լ ա ն ա վ ո ր ու մ ն
ը ս տ ժ ա մ ա ն ա կ ի ք ա ժ ա ն վ ու մ Է հ ե տ ն յ ա Լ հ ի մ ն ա կ ա ն
մ ի ջ ա կ ա յ ք ե ր ի [49].

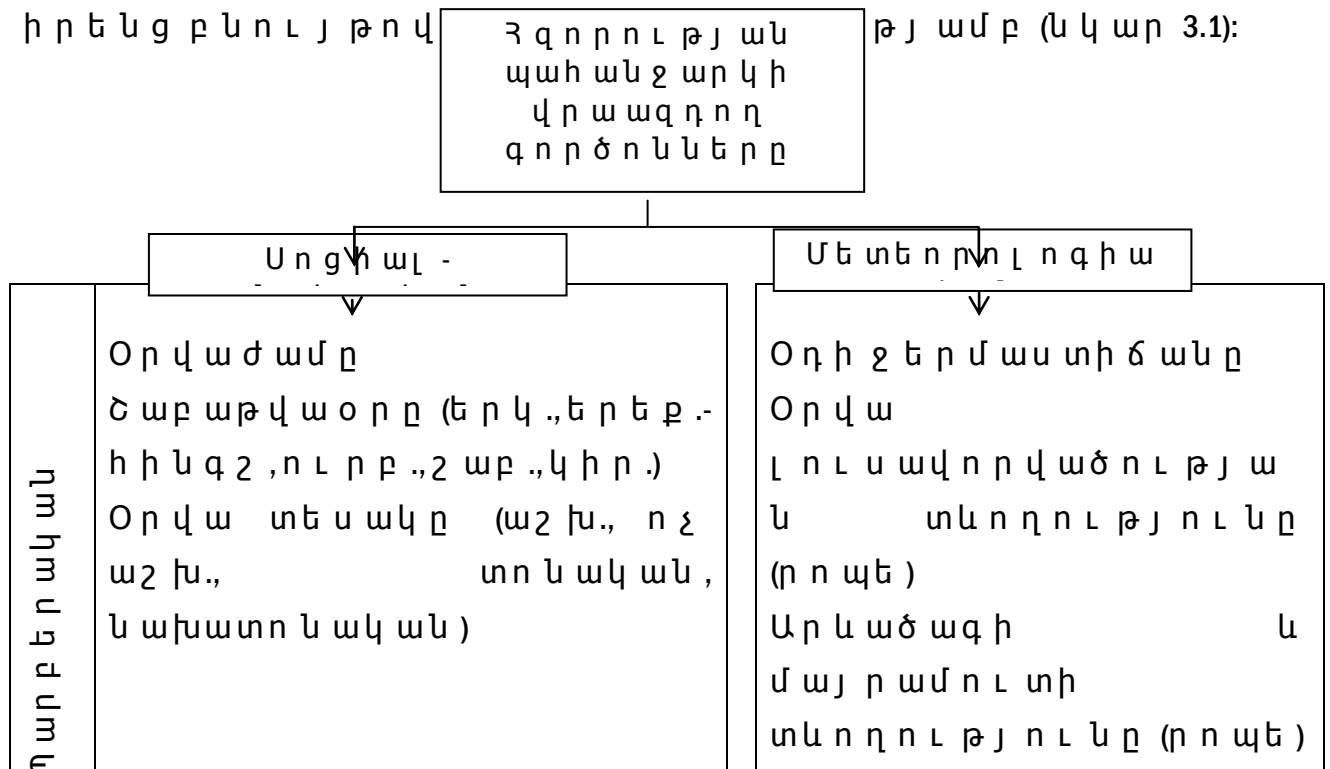
- Ե ր կ ա ր ա ժ ա մ կ ե տ (10և ա վ ե Լ ի տա ր ի),
- մ ի ջ ի ն ժ ա մ կ ե տ ա յ ի ն ` (5-10տա ր ի),
- կ ա ր ճ ա ժ ա մ կ ե տ ` (1-3տա ր ի)և
- օ պ ե ր ա տ ի վ ` (մ ի ք ա ն ի ժ ա մ ի ց մ ի ն չ և ս ե գ ո ն):

Ե ր կ ա ր ա ժ ա մ կ ե տ և մ ի ջ ի ն ժ ա մ կ ե տ ա յ ի ն
կ ա ն խ ա տ Ե ս մ ա ն հ ա մ ա ր ն ա խ կ ի ն ու մ օ գ տ ա գ ո ր ծ վ ե Լ Է
« ու ղ ղ ա կ ի հ ա շ վ ա ր կ մ ա ն » մ ե թ ո դ ը , ո ր ը հ ի մ ն վ ու մ Է
տ ն տ Ե ս ու թ յ ա ն տա ր ք ե ր ու ո ր տ ն ե ր ու մ
պ ա հ ա ն ջ ա ր կ ն ե ր ի կ ա ն խ ա տ Ե ս մ ա ն վ ր ա : Ա յ ս օ ր ի ն ա կ
կ ա ն խ ա տ Ե ս մ ա ն հ ա մ ա ր ա ն հ ր ա ժ ե շ տ Է
տ ե ղ ե կ ա տ վ ու թ յ ու ն տ ն տ Ե ս ու թ յ ա ն ու ո ր տ ն ե ր ի
գ ա ր գ ա ց մ ա ն մ ա կ ա ր դ ա կ ի մ ա ս ի ն և ա ր տ ա դ ր ա ն ք ի
հ ա մ ա պ ա տ ա ս խ ա ն մ ի ա վ ո ր ի հ ա մ ա ր ս պ ա ճ մ ա ն
տ Ե ս ա կ ա ր ա ր կ շ ռ ի վ ե ր ա ք ե ր յ ա Լ : Փ ո փ ո խ մ ա ն
մ ի տ ու մ ն ե ր ի ն կ ա ր ե Լ ի Է հ ե տ ն ե Լ ն ա խ կ ի ն տա ր ի ն ե ր ի
վ ի ճ ա կ ա գ ր ա կ ա ն տ վ յ ա Լ ն ե ր ի ց կ ա մ գ ո ր ծ ո ն ա յ ի ն
դ ե կ ո մ պ ո գ ի ց ի ա յ ի մ ե թ ո դ ի կ ի ր ա ճ մ ա մ ք [50]: Ո չ մ ե ծ
ճ շ տ ու թ յ ու ն պ ա հ ա ն ջ ո ղ հ ա շ վ ա ր կ ն ե ր ու մ
ս ա հ մ ա ն ա փ ա կ վ ու մ է ն ք ու ո ր ս պ ա ճ ո ղ ն ե ր ի ն չ ո ր ս
խ մ ք ե ր ի ք ա ժ ա ն ե Լ ո վ , ա յ ն Է ա ր դ յ ու ն ա ք ե ր ու թ յ ու ն ,
տ ր ա ն ս պ ո ր տ , գ յ ու ղ ա տ ն տ Ե ս ու թ յ ու ն և կ ո մ ու ն ա Լ

տնտեսություն: Փորձը ցույց է տալիս, որ նույնիսկ այսօրի նաև խոշորացված բաժանման արդյունքում 5 տարվա կտրվածքով կանխատեսման սխալը շուրջ 10% է կազմում:

Կանխատեսվող մեծությունների ճշտությունը որոշվում է պահանջարկի տատանումների համար կիրառված մաթեմատիկական մոդելներից: Ընդհանուր դեպքում պահանջարկի տատանումներն իրենցից ներկայացնում են բարդ ոչ ստացիոնար պատահական գործընթացներ, որոնք որոշակի պարբերականություն ունեն (կանոնավոր տատանումներ): Դրանք որոշվում են օդի ջերմաստիճանի և լուսավորվածության (օրվա երկարությունը) սեզոնային տատանումներով, ձեռնարկությունների աշխատանքի տեխնոլոգիական ռեժիմներով, բնակչության աշխատանքային և հանգստի ռեժիմներով պայմանավորված:

Պահանջարկի մեծության վրա ազդեցություն ունենում մի շարք գործոններ [51], որոնք տարբեր են իրենց բնույթով թյամբ (նկար 3.1):



Բնական	Խոշոր արդյունաբերական օբյեկտներին աշխատանքի անհատական արտադրական ծրագիրը Ջեռուցման սեգունի տևողությունը Էլեկտրամատակարարման այլընտրանքային աղբյուրներին օգտագործումը Խոշոր էներգատար օբյեկտներին մուտք շահագործում:	Մթնոլորտային ճնշումը (մմս.ս.) Հարաբերական խոնավությունը (%) Քամու ուղղությունը Քամու արագությունը (մ/վ) Ամպամածությունը (%) Տեղումները Տեսանելիության հորիզոնական հեռավորությունը (կմ)
Մատակարար	Խոշոր արդյունաբերական օբյեկտներում վթարները:	Կլիմայական պայմաններին կտրուկ վատացումը (առավել ազդեցիկ են օդի ջերմաստիճանը և տեղումները)

Նկար 3.1 Հզորություն պահանջարկի վրա ազդող գործոններ:

3.2 Կանխատեսման մոդելների համակարգը և մեթոդաբանությունը

Ընդհանուր առմամբ պահանջարկի պլանավորմանն ուղղված հաշվարկներին մեթոդաբանությունը, մշակված մեթոդները, ալգորիթմները և ծրագրային միջոցները պետք է ապահովեն.

- Էլեկտրատեներգիայի և հզորություն հաշվեկշիռների բաղադրիչների տվյալների բազմամյա արխիվների ստեղծման և պահպանման հնարավորություն, որոնք անհրաժեշտ են պահանջարկի տեսդեցների բազմակողմանի վերլուծության ադեկվատ մաթեմատիկական մոդելների մշակման համար,
- պահանջարկի հաշվեկշռված բազմաբաղադրիչ կառուցվածքի պլանավորման մեթոդոլոգիայի ապահովում,
- Էներգահամակարգի տեխնիկատնտեսական ցուցանիշների և ռեժիմային պարամետրերի, պահանջարկի անհրաժեշտ վիճակագրական վերլուծության հնարավորություն,
- պահանջարկի կանխատեսման հաշվարկների անհրաժեշտ ճշտության ապահովում,
- պլանավորման և կանխատեսման ընթացքում տարբեր ազդող գործոնների հաշվառում:

Գոյություն ունեն բեռնվածքի կանխատեսման մեծաքանակ մեթոդներ և մոդելներ [52, 53, 54], որոնք կարելի է դասակարգել որպես ժամանակային շարքերի մոդելներ, որտեղ բեռնվածքը մոդելավորվում է իբրև նախկին տարիների դիտարկումների գործառույթ, պատճառային մոդելներ, որոնցում բեռնվածքը մոդելավորվում է որպես արտաքին գործոններից գործառույթ (օրինակ՝ սոցիալական և եղանակային պայմաններ):

Կանխատեսման մշակված մեթոդների վերլուծությունը ցույց է տվել, որ դրանց գործնական կիրառությունը կապված է որոշակի բարդությունների հետ: Մեթոդների մի մասը բերում է կանխատեսվող մեծության զգալի սխալի, մյուսները մաթեմատիկական ապարատի բարդության հետևանքով լայն տարածում չեն գտել: Այդ իսկ պատճառով անհրաժեշտ են կանխատեսման այնպիսի

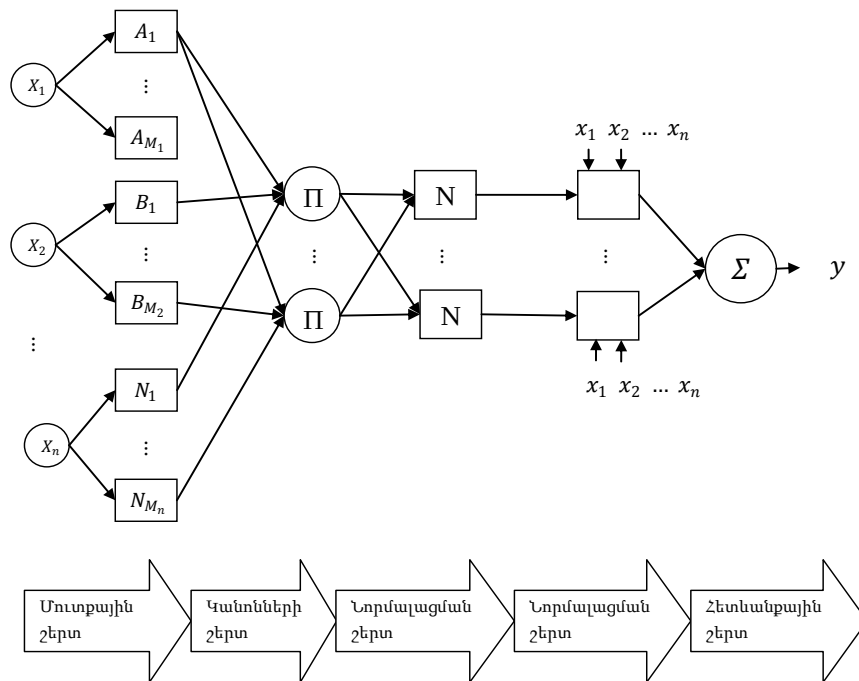
մոտեցումներ, որոնք հնարավորություն կունենան հաշվի առնել տարբեր բնույթի տեղեկատվություն, կարողանան աշխատել ոչ հստակ, ոչ լիարժեք մուտքային տեղեկատվության հետ:

Վերջին ժամանակներում, արհեստական ինտելեկտի տեսության զարգացմանը գումարահան, բեռնվածքի կանխատեսման խնդիրներն լուծումն իրականացվում է արհեստական ինտելեկտի վրա հիմնված արհեստական նեյրոնային ցանցերի կիրառմամբ, որի այլընտրանքային տարբերակ է հանդիսանում ոչ հստակ նեյրոնային ցանցը (այսուհետ՝ ՈՅՆՑ) [55] [56] [57]: Մեթոդը հնարավորություն է ընձեռում օգտագործել նախապես հայտնի տեղեկատվությունը, ուսուցանվել, նոր գիտելիքներ կուտակել, կանխատեսել և բացի այդ, նեյրոնային ցանցերը շատ պատկերավոր են օգտագործողի համար: Նշված մեթոդի կիրառման արդյունքում էլեկտրական բեռնվածքի կանխատեսումը հիմնվում է կանխատեսվող գործընթացի հատկությունների վրա:

ԱՆՖԻՍ վերջին ժամանակներում կիրառություն է գտել բեռնվածքի կանխատեսման խնդիրներում [58] [59] [60] շնորհիվ ուսուցման բարձր արագության, կանխատեսման բարձր ճշտության, ոչ հստակ ելքի գեներացման հնարավոր ընտրանքային տարբերակների, լավարկման մեթոդների ընտրություն հնարավորության և գրաֆիկական տեսքով թեստավորման:

ԱՆՖԻՍ-ն առաջին անգամ առաջարկվել է Ջանգի կողմից 1993 թվականին [61] և հիմնված է ելքի ոչ հստակ համակարգի վրա, որը ստեղծված է նեյրոնային ցանցի բնութագրերի ինքնակազմակերպման միավորման միջոցով: Այն իր մեջ ներառում է ոչ հստակ տրամաբանություն, նեյրոնային ցանցերի և գեներտիկ ալգորիթմի և այլ նոր տեխնոլոգիաներ:

Օգտագործելով ուսուցման և ինքնաադապտացման հնարավորությունները՝ արդյունքում բարձրանում է կանխատեսման ճշտությունը և հաշվարկում էլավագույն ցուցանիշները: ԱՆՖԻՍ-ը բաղկացած է մուտքային, կանոնների, նորմալացման, հետևանքային և ելքային շերտերից, ինչպես ներկայացված է նկար 3.2:



Նկար 3.2 ԱՆՖԻՍ-ի կառուցվածքը

Մոդելավորման միջոցով այն կարողանում է գործընթացի ոչ հստակ համալիրը և ֆենոմենը փոխակերպել արհեստական տրամաբանական լեզվի: Այն բազմաշերտ ցանց է, որի յուրաքանչյուր հանգույց՝ նեյրոն, որոշակի գործառնություն է իրականացնում [62]:

Մուտքային շերտ. Այս շերտի նեյրոնները ծառայում են մուտքային փոփոխականների ներկայացման համար: Շերտի ելքում ձևավորվում են պատկանելիության ֆունկցիաները՝ $\mu_{ji}(x_i)$: Առավել հաճախ հանդիպող պատկանելիության

Ֆոունկցիաներից են եռանկյունաձև, սեղանաձև, գաուսյան, զանգաձև և սիգմոիդալ ֆոունկցիաները:

$$\varpi_{1,ij} = \mu_{ji}(x_i) = e^{-\frac{\|x_i - c_{ij}\|^2}{2\sigma_{ji}^2}} \quad i = 1, 2, \dots, N \quad j = 1, 2, \dots, M_i \quad (3.1)$$

որտեղ՝ $\mu_{ji}(x_i)$ -ն պատկանելիության ֆոունկցիան է, c_{ij} և σ_{ji} նախորդող հարաչափերն են, N -ը մուտքերի քանակն է, իսկ M_i -ն i մուտքի ոչ հստակ պատկանելիության ֆոունկցիաների քանակն է:

Կանոնների շերտ. Այս շերտը ուղղորդող դեր է կատարում, համապատասխանեցնում է փոփոխականների միջև ոչ հստակ կանոնները, որից հետո կիրառում է S -նորմա՝ յուրաքանչյուր կանոնի կշիռը գնահատելու համար, այսինքն.

$$\varpi_{2p} = \omega_p = \prod_{i=1}^N \mu_{pi}(x_i) \quad p = 1, \dots, P \quad (3.2)$$

որտեղ՝ ω_p - կշռված մեծությանն է, P -ն կանոնների քանակը:

Նորմալացման շերտ. Այս շերտի ներդրումները ծառայում են կանոնների իրականացման մակարդակի նորմալացման համար: Շերտի հանգույցը հաշվարկում է հանգույցի և մյուս բոլոր հանգույցների միջև ելքային հարաբերակցություն, այսինքն.

$$\varpi_{3p} = \overline{\omega_p} = \frac{\omega_p}{\sum_{p=1}^P \omega_p} \quad (3.3)$$

Յետևանքային շերտ. Այս շերտի ելքում նորմալացված շերտերի ելքերի արդյունքներն են և Սուջենոյի ոչ հստակ մոդելը [45].

$$O_{4p} = \overline{\omega_p} f_p = \overline{\omega_p} \left(\sum_{i=0}^N r_{pi} x_i \right) \quad (3.4)$$

որտեղ՝ r_{pi} -ի հաջորդականության հարաչափն է, իսկ $x_0 = 1$:

Ելքի շերտ. Այս շերտն իրականացնում է տարբեր կանոններով ստացված արդյունքների ագրեգացում: Շերտի միակ ներդրումը հաշվարկում է

մոդելի ելքը՝ գումարվում են նախորդ շերտի ելքերը .

$$\bar{z}_{5p} = \sum_{p=1}^P \bar{\omega}_p f_p = \frac{\sum_{p=1}^P \omega_p f_p}{\sum_{p=1}^P \omega_p} \quad (3.5)$$

Խնդրի լուծման ընթացքում ԱՆՖԻՍ-ի ելքի համակարգը հնարավորություն է տալիս նոր գիտելիքներ ստանալ, այդ իսկ պատճառով գիտելիքների բազան ֆիքսված չի մնում, այլ արդիականացվում է փորձնական տվյալների մուտքագրմանը գույքահեռ:

Մեթոդների համեմատական վերլուծությունը [63], [64], [65] ցույց է տալիս, որ ԱՆՖԻՍ-ը հնարավորություն է տալիս աշխատել բարդ և ոչ գծային տվյալների հետ, որոնցում առկա է անորոշություն, ունի բարձր ճշտություն և հոլսալիություն (աղյուսակ 3.1):

Աղյուսակ 3.1

ԱՆՖԻՍ մեթոդի համեմատությունն այլ մեթոդների հետ

Ցուցանիշ \ Մեթոդ	Բարդ և ոչ գծային տվյալներ	Անորոշ և ոչ հստակ տվյալներ	Ինտելեկտուալ մոդելավորում և կանխատեսում	Ոչ հստակ տվյալներ ի մոդելավորում	Բարձր ճշտություն և հոլսալիություն	Տվյալների միջնահետքործ ընթացային մշակում
ԱՆՖԻՍ	✓	✓	✓	✓	✓	✓
ԱՆՑ	✓		✓	✓		
Ոչ հստակ ռեգրեսիա					✓	
Գծային ռեգրեսիա	✓			✓		
Ոչ գծային	✓		✓	✓	✓	

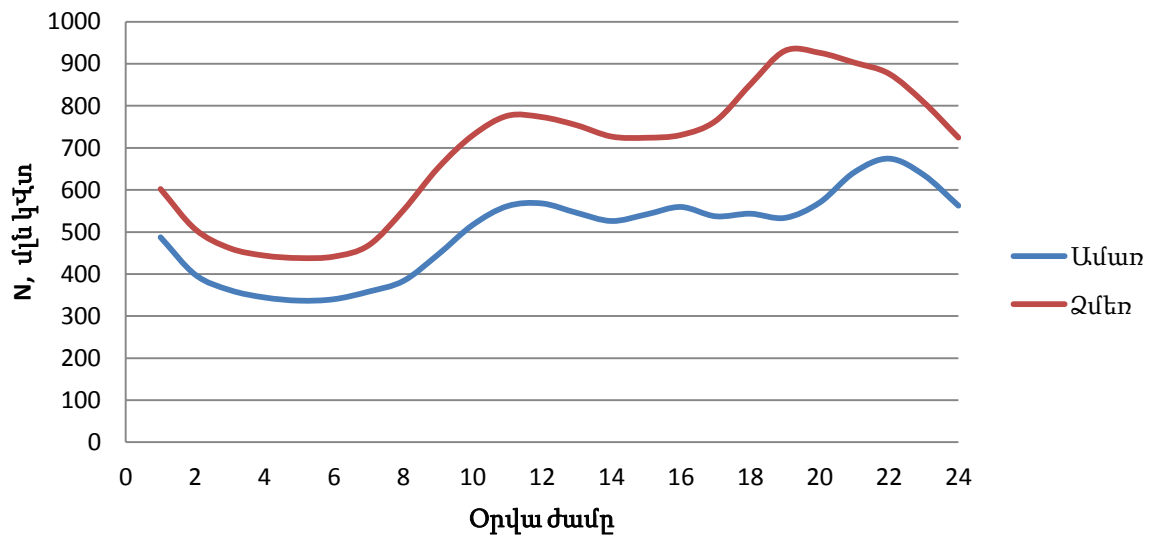
Ն ռ ե գ ր ե ս ի ա						
Որոշ ումներ ի ծան	✓			✓	✓	
Գեներ ի կալ գոր ծի	✓			✓	✓	

3.3 Հ գ ո թ լ թ յ ա ն պ ա հ ա ն ջ ա թ կ ի կ ա ն խ ա տ ե ս մ ա ն ն պ ա տ ա կ ո վ Ա Ն Ֆ Ի Ս մ ո դ ե լ ի մ շ ա կ ու մ

Հ գ ո թ լ թ յ ա ն պ ա հ ա ն ջ ա թ կ ի փ ո փ ո խ ու թ յ ու ն ը
բ ն ու թ ա գ ը վ ու մ է վ առ ար տ ա հ ա յ տ վ ած պ ար բ եր ա կ ա ն
տ ա տ ա ն ու մ ն եր ո վ , մ ա ս ն ա վ ո թ ա պ ե ս ս ե գ ո ն ա յ ի ն ` ա մ առ
և ձ մ եռ , օր ե կ ա ն ` գ ի շ եր և ց եր ե կ , շ աբ աթ ա կ ա ն ` աշ
խ ա տ ա ն ք ա յ ի ն և ո չ աշ խ ա տ ա ն ք ա յ ի ն ց ի կ լ եր ո վ :

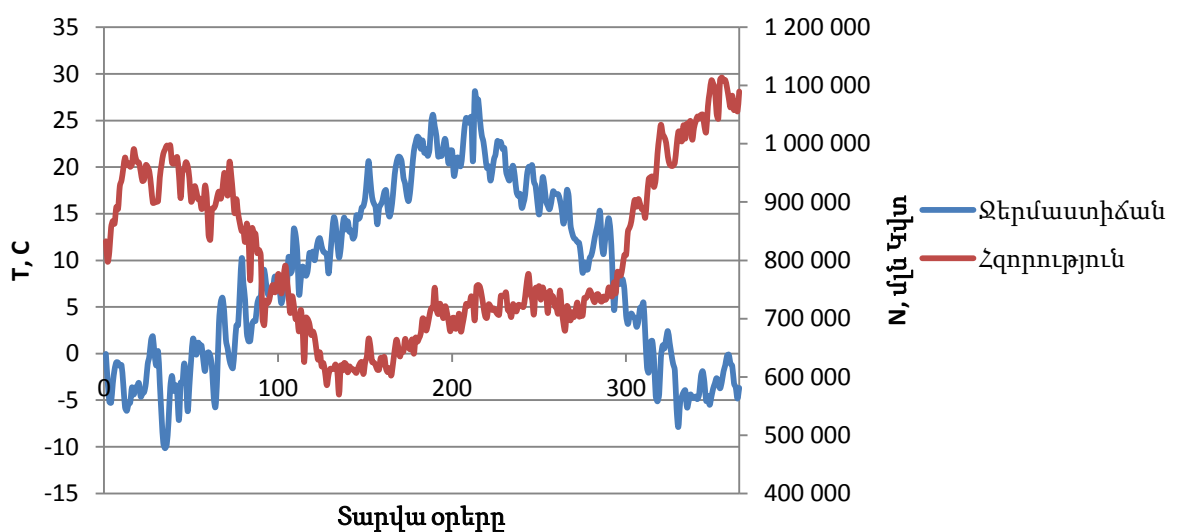
Ս ե գ ո ն ա յ ի ն տ ա տ ա ն ու մ ն եր ը գ լ խ ա վ ո թ ա պ ե ս
պ ա յ մ ա ն ա վ ո թ ած ե ն ջ եր մ ա ս տ ի ճ ա ն ա յ ի ն և
ա մ պ ա մ ած ու թ յ ա ն գ ո թ ծ ո ն ն եր ո վ ` կ ա խ վ ած
ջ եռ ու ց մ ա ն և հ ո վ ա ց մ ա ն հ ա մ ա կ ար գ եր ի , ոռ ո գ մ ա ն
պ ո մ պ եր ի օ գ տ ա գ ո թ մ ա մ բ : Հ Հ - ու մ առ ա վ ե լ ա գ ու յ ն
բ եռ ն վ ած ք ը դ ի տ վ ու մ է ձ մ եռ ա ն ը , պ ա յ մ ա ն ա վ ո թ ած
ց ած թ ջ եր մ ա ս տ ի ճ ա ն ո վ , օր վ ա լ ու ս ա վ ո թ ա մ եր ի
ս ա կ ա վ ու թ յ ա մ բ : Բ եռ ն վ ած ք ի մ եծ ու թ յ ու ն ը
գ գ ալ ի ո թ ե ն փ ո փ ո խ վ ու մ է ն ա ն օր վ ա կ տր վ ած ք ո վ :

Ի ն չ պ ե ս եր կ ու մ է ն կ ար 3.3- ու մ պ ա տ կ եր վ ած
ա մ առ ա յ ի ն և ձ մ եռ ա յ ի ն օր եր ի բ եռ ի գ ը ա ֆ ի կ ն եր ի ց ,
օր ե կ ա ն բ եռ ի գ ը ա ֆ ի կ ն եր ը բ ն ու թ ա գ ը վ ու մ ե ն
գ ի շ եր ա յ ի ն ց ած թ ս պ առ մ ա մ բ , ց եր ե կ ա յ ի ն կ ի ս ա պ ի կ ո վ
և եր ե կ ո յ ա ն պ ի կ ո վ :



Նկար 3.3 Ամառային և ձմեռային ամիսների օրեկան բեռի գրաֆիկներ

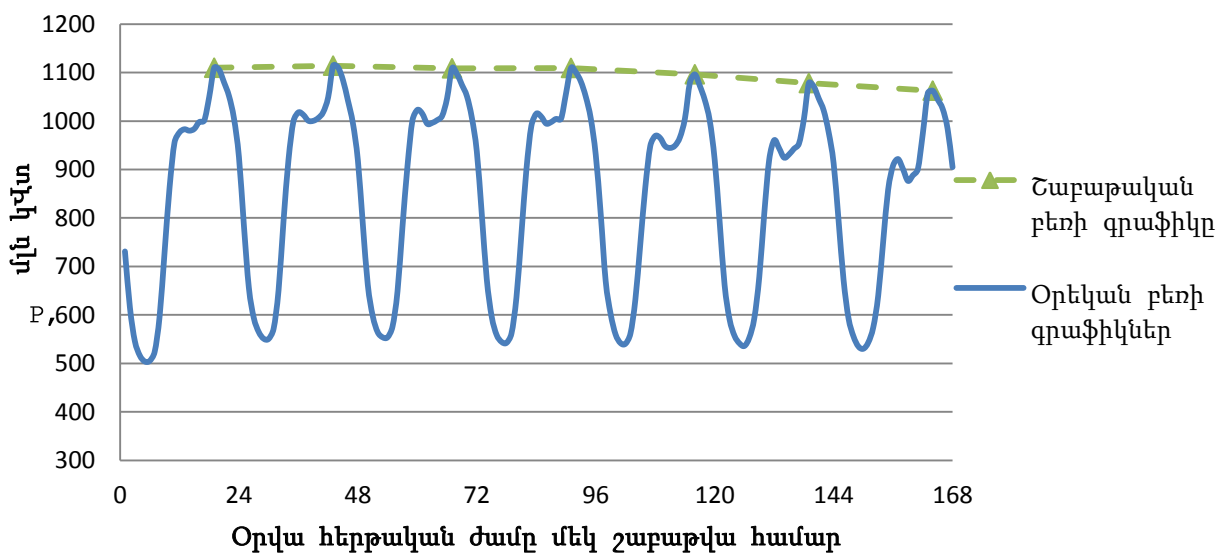
Զմեռային և ամառային բեռնվածքի գրաֆիկների պիկային բեռերի ժամերի շեղվածությունը բնութագրվում է արևածագի և մայրամուտի ժամերի տարբերությամբ, որի հետևանքով փոփոխվում են արհեստական լուսավորվածության, մասնավորապես էներգատար փողոցային լուսավորվածության ժամերը:



Նկար 3.4 Օրեկան առավելագույն բեռնվածքի փոփոխությունը և օդի միջին ջերմաստիճանը

Ինչպես երևում է նկար 3.4-ից ջերմաստիճանից կախված հզորության էլաստիկությունն ավելի մեծ է ձմեռային և վերջինիս հարող ամիսներին: Ջերմաստիճանի ազդեցությունը հզորության պահանջարկի վրա պայմանավորված է օդափոխության, հովացման համակարգերի, արհեստական լուսավորվածություն անհրաժեշտությամբ: Ամպամածության ազդեցությունը նույնպես կարևոր է՝ պայմանավորված լուսավորվածության և ջեռուցման ծավալներով:

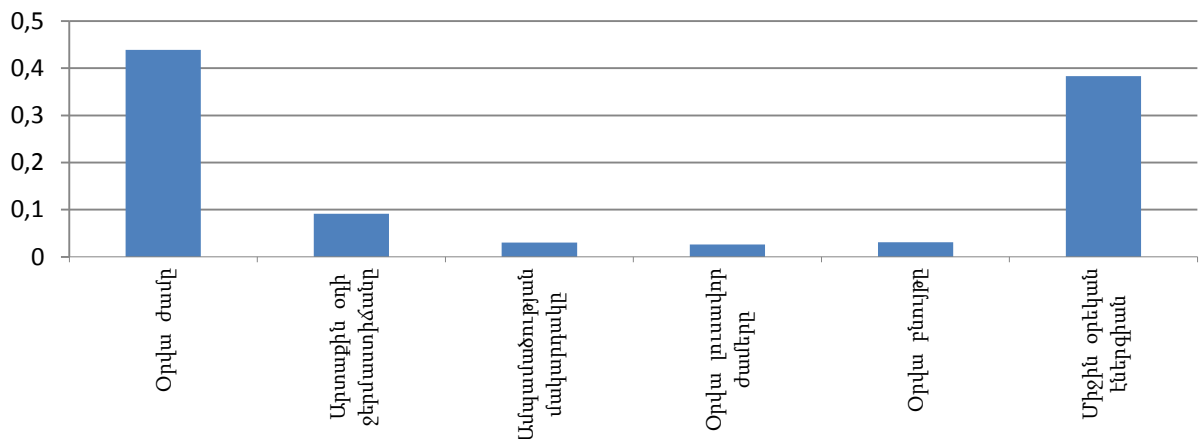
Ինչպես երևում է նկար 3.5-ում ներկայացված բեռի գրաֆիկներին, աշխատանքային օրերին հզորության սպառման ծավալները մոտ 3%-ով գերազանցում են հանգստյան օրերի սպառման ծավալները, ինչը հիմնականում պայմանավորված է արդյունաբերության ոլորտում հանգստյան օրերի սպառման ծավալների նվազմամբ:



Նկար 3.5 Հզորության պահանջարկի փոփոխությունը շաբաթվա օրերից կախված

Նշված գործոնների 2016 թվականի փաստացի մեծությունների՝ հզորություն պահանջարկի վրա ազդեցություն կարևորություն վերլուծության արդյունքները ցույց տվեցին [66], որ հզորության պահանջարկի մեծության վրա առավել մեծ ազդեցություն ունեն օրվա ժամը և միջին օրեկան էլեկտրաէներգիայի պահանջարկը՝ համապատասխանաբար 0.439 և 0,383, ինչպես նաև արտաքին օդի ջերմաստիճանը՝ 0,091, իսկ մյուս փոփոխականների ազդեցությունները միջինում կազմում են 0,029:

Գործոնների կարևորություն որոշման արդյունքները պատկերված են նկար 3.6-ում:



Նկար 3.6 Հզորության պահանջարկի վրա որոշ փոփոխականների ազդեցություն կարևորություն մակարդակը

Հաշվի առնելով նշվածը, հզորության պահանջարկի կանխատեսման ԱՆՖԻՍ մոդելի համարը նդունվել են հետևյալ մոլտքային փոփոխականները՝

- օրվա ժամը՝ t , ժամ
- արտաքին օդի ջերմաստիճանը՝ T , °C,
- ամպամածության մակարդակը՝ C , 0-100%,
- օրվա բնույթը՝ աշխատանքային՝ AO, ոչ աշխատանքային՝ VAO,

- օրվա լուսավոր ժամերը՝ արևածագից մինչև մայրամուտ՝ L , և մնացածը՝ D ,
- միջին օրեկան էներգիայի քանակը՝ W , ԳՎտժ:

Որպես էլքային մեծություն՝ հզորության պահանջարկը՝ P , ԳՎտ:

ԱՆՖԻՍ մոդելի աշխատանքը սկսելուց առաջ հավաքագրվում են անհրաժեշտ մուտքային տվյալները, որոնք լավագույն կերպով բնութագրում են առկա գործընթացները:

Օդերևութաբանական տվյալների՝ օդի ջերմաստիճանի և ամպամածության, համար հիմք են հանդիսացել «Հայաստանի հիդրոօդերևութաբանության և մոնիթորինգի պետական ծառայության (ՀԱՅՊԵՏՀԻԴՐՈՄԵՏ)» ՊՈԱԿ-ի [67] կողմից հավաքագրված տեղեկատվությունը 2015 և 2016 թվականների համար՝ ժամային կտրվածքով: Որոշ դեպքերում չափումներն իրականացված են եղել երեք ժամյա կտրվածքով: Պակասող չափումները լրացվել են գծային ինտերպոլյացիայի միջոցով:

Օրվա բնույթը որոշելու նպատակով առանձնացվել են աշխատանքային և ոչ աշխատանքային օրերը: Որպես հանգստյան օրեր դիտարկվել են շաբաթ, կիրակի և տոնական օրերը: Հետազոտության ընթացքում հաշվի են առնվել նաև ՀՀ կառավարության որոշումները [68]՝ աշխատանքային օրերը տեղափոխելու մասին: Օրվա բնույթը ինդեքսավորվել է՝ $AO=1$ և $VAO=0$, համապատասխանաբար հանգստան և աշխատանքային օրեր:

Օրվա լուսավոր ժամերը հաշվարկվելու համար ուսումնասիրվել են արևածագի և մայրամուտի ժամերը: Վերջինի համար հիմք է հանդիսացել Ալմանաք ֆոր բոմփյունթերս (Almanac for Computers), 1990 թվականի [69] վրամշակված առցանց հաշվիչը, որը հնարավորություն է տալիս մեկ րոպե ճշտությամբ

հաշվարկել որոշակի տարածքում որոշակի օրվա արևածագի և մայրամուտի ժամերը՝ տասնորդական ճշտությամբ: Օրվա լուսավոր ժամերն ինդեքսավորվել են՝ $L=1$ և $D=0$, լուսավոր և մութ ժամեր:

Մեր խնդրի համար ուսումնասիրվել են «Հաշվարկային կենտրոն» ՓԲԸ-ի էլեկտրաէներգիայի (հզորության) հաշվառման ավտոմատացված համակարգից [70] արտահանված ՀՀ տարածքում գործող բոլոր 110 և 220 կՎ լարման բեռնվածքային հանգույցների հզորության տվյալները ժամային կտրվածքով 2015 և 2016 թվականների համար: Հետազոտության համար օգտագործված ծավալներից նվազեցվել են ենթակայաններից արտահոսքերի համապատասխան ծավալները, քանի որ վերջինները չեն բնութագրում ՀՀ-ում ներքին սպառման տատանումները:

ԱՆՖԻՍ մոդելի իրականացման նպատակով օգտագործվել է MATLAB® տեխնիկական և գլխի Fuzzy Logic Toolbox® [71] ընդլայնված փաթեթը, որը հնարավորություն է տալիս ստեղծել ոչ հստակ տրամաբանության վրա հիմնված փորձագիտական համակարգեր և նախագծել ոչ հստակ ներդրունային ցանցեր: MATLAB® [72] միջավայրում կանչելով `anfisedit` \$-ոչ կցիան հրաժեշտ է ծրագրի մուտքին տալ համապատասխան ձևաչափով ուսուցանող և թեստավորող տվյալների բազա, որում ներկայացվում են 2015-2016 թվականների համար նշված մուտքային տվյալները և յուրաքանչյուր մուտքին համապատասխան հզորության մեծությունը: Մոդելի ուսուցանման տվյալների ճիշտընտրությունից է կախված մոդելի ուսուցանման որակը և հետագայում նաև կանխատեսման ճշտությունը, ուստի ներկայացված տեղեկատվությունից, որպես տարեկան սպառման ծավալների տատանումներն առավել և ավ

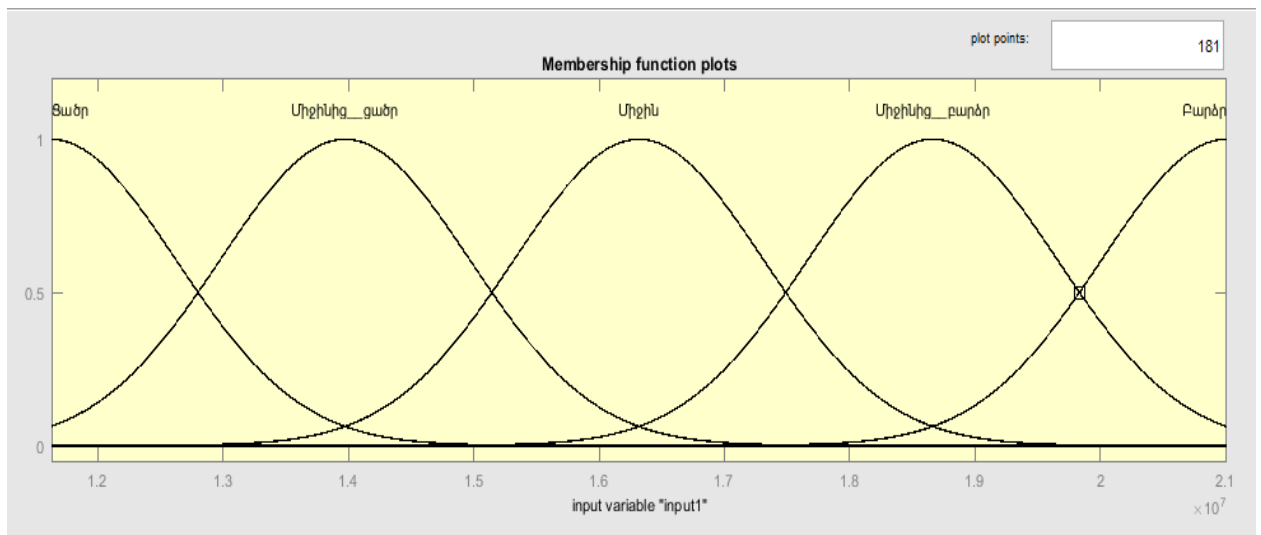
բնութագրող տվյալները ներկայացնում են տարվա չորս շաբաթների վերոնշյալ տեղեկատվությունները: Շաբաթների ընտրությունն համար հիմք են հանդիսացել տարվա գիշերահավասարի և արևադարձի օրերը ներառող շաբաթները: Արդյունքում մոլտքային տվյալների մատրիցը պարունակում է 1344 մոլտքային վեկտորներ: Մոլտքային վեկտորների 50%-ն ընտրվել է ցանցի ուսուցանման, իսկ մնացածը մոդելը թեստավորելու համար:

Հաջորդ քայլում մոլտքագրված տվյալները բաժանվում են ենթաբազմությունների հիմնվելով պատկանելիության ֆունկցիաների և դրանց քանակների վրա: Ծրագրային փաթեթը հնարավորություն է տալիս ոչ հստակ ելքի համակարգի համար ընտրել համապատասխան քանակի և տեսքի պատկանելիության ֆունկցիաներ: Մեր խնդրի համար դիտարկվել են յուրաքանչյուր մոլտքի համար հինգ պատկանելիության ֆունկցիաներ՝ գաուսյան տեսքի, որը բնութագրվում է հետևյալ արտահայտությամբ.

$$\mu(x) = e^{-\frac{(x-b)^2}{2c^2}} \quad (3.6)$$

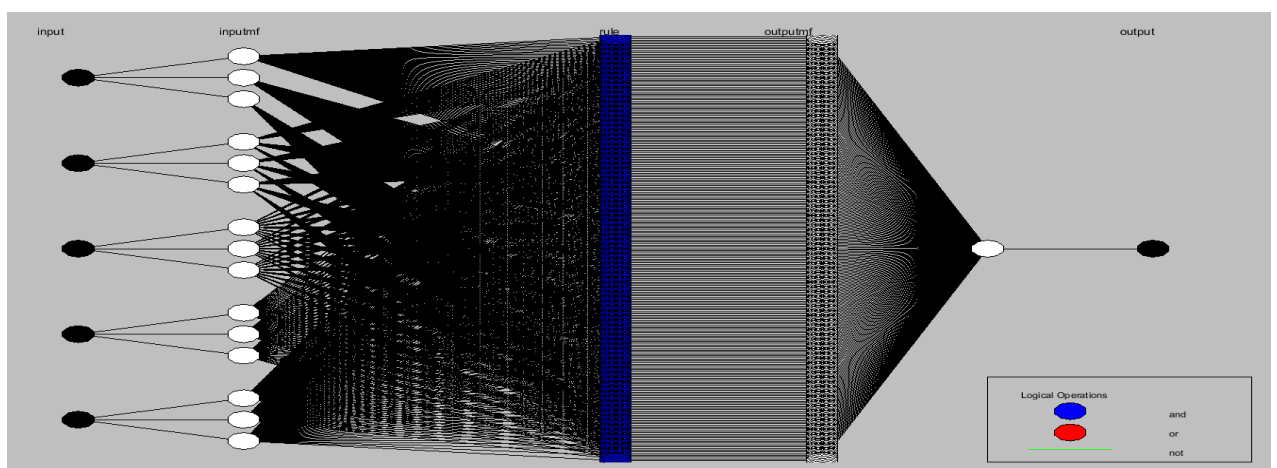
որտեղ՝ b - պատկանելիության ֆունկցիայի մաքսիմումի կոորդինատն է, իսկ c -ն պատկանելիության ֆունկցիայի կոնցենտրացման գործակիցն է:

Յուրաքանչյուր մոլտքի համար պատկանելիության ֆունկցիաներն ունեն նկար 3.7-ում բերված տեսքը:



Նկար 3.7 Պատկանելիության ֆունկցիաներ՝ օդի ջերմաստիճանը .

Քանի որ հինգ պատկանելիության ֆունկցիաներով ցանցի կառուցվածքը պատկերավոր չէ ներկայացնելու համար, ուստի նկար 3.8-ում, որպես օրինակ, բերված է նույն խնդրի կառուցվածքը երեք պատկանելիության ֆունկցիաների դեպքում :



Նկար 3.8 Հզորության կանխատեսման ԱՆՖԻՍ մոդելի կառուցվածքը հինգ մոլտքերի և մեկ ելքի համար :

Հաջորդ քայլում անհրաժեշտ է ուսուցանել ներդրոնային ցանցը, որի համար օգտագործվում է Ադյունակ 3.1-ում ներկայացված ձևաչափով տվյալների մատրիցը :

Ադյունակ 3.1

**2015, 2016 թվականների մոլտքային շերտի
ցուցանիշները**

Ամսաթիվ	t, ժամ	T, °C	C, %	AO, VOA	L,D	W, հազ. կվտժ	P, ՄՎտ
3/16/2015	1	0.8	97.9	0	0	14 877.77	599.55
3/16/2015	2	0.8	97.7	0	0	14 877.77	488.04
3/16/2015	3	0.7	97.5	0	0	14 877.77	443.58
3/16/2015	4	0.7	97.3	0	0	14 877.77	406.31
3/16/2015	5	0.6	97.0	0	0	14 877.77	389.60
3/16/2015	6	0.5	96.8	0	0	14 877.77	391.97
3/21/2015	13	-3.46	97.2	1	1	16 141.03	741.49
3/21/2015	14	-4.21	94.4	1	1	16 141.03	717.76
3/21/2015	15	-4.97	91.6	1	1	16 141.03	703.57
3/21/2015	16	-5.36	90.3	1	1	16 141.03	689.77
3/21/2015	17	-5.76	89.0	1	1	16 141.03	673.13
3/21/2015	18	-6.16	87.7	1	1	16 141.03	671.14

Ուսուցանման ընթացքում ԱՆՖԻՍ մոդելի միջոցով ելքային մեծություն կանխատեսման նվազագույն սխալանքով մոդելի հարաչափերը ներկայացված են աղյուսակ 3.2-ում:

Աղյուսակ 3.2

Կանխատեսման մոդելը	Հարաչափերը
Պատկանելիության ֆունկցիայի տեսակը	Gaussmf
Ուսուցանման ցիկլերի քանակը	17
Ցանցի տեսակը	Հիբրիդային

Ուսուցանման ընթացքում լավարկվում են պատկանելիության ֆունկցիաների հարաչափերը: MATLAB®-ը [72] հնարավորություն է տալիս ընտրել հարաչափերի լավարկման երկու մեթոդներից՝ հիբրիդային և հակադարձ տարածման մեթոդը [73]: Հիբրիդային ուսուցանման մեթոդն առավել արագ է աշխատում և մեր խնդրի դեպքում կանխատեսման սխալի մեծությունը նվազագույնն է վերջինիս կիրառության արդյունքում: Որպես ուսուցանման չափանիշ է համարվում ելքային մեծությունից շեղման՝ սխալի, մեծությունը, որը մեր դեպքում ընդունվել է գրոյի հավասար: Ուսուցումը դադարում է կամ սխալի գրո արժեքի դեպքում, կամ ներկայացված փորձերի քանակն իրականացնելուց հետո:

Հիբրիդային ուսուցանման մեթոդը համատեղում է նվազագույն քառակուսիների և հակադարձ տարածման գրադիենտային մեթոդները: Ուսուցման ալգորիթմն աշխատում է երկու քայլով.

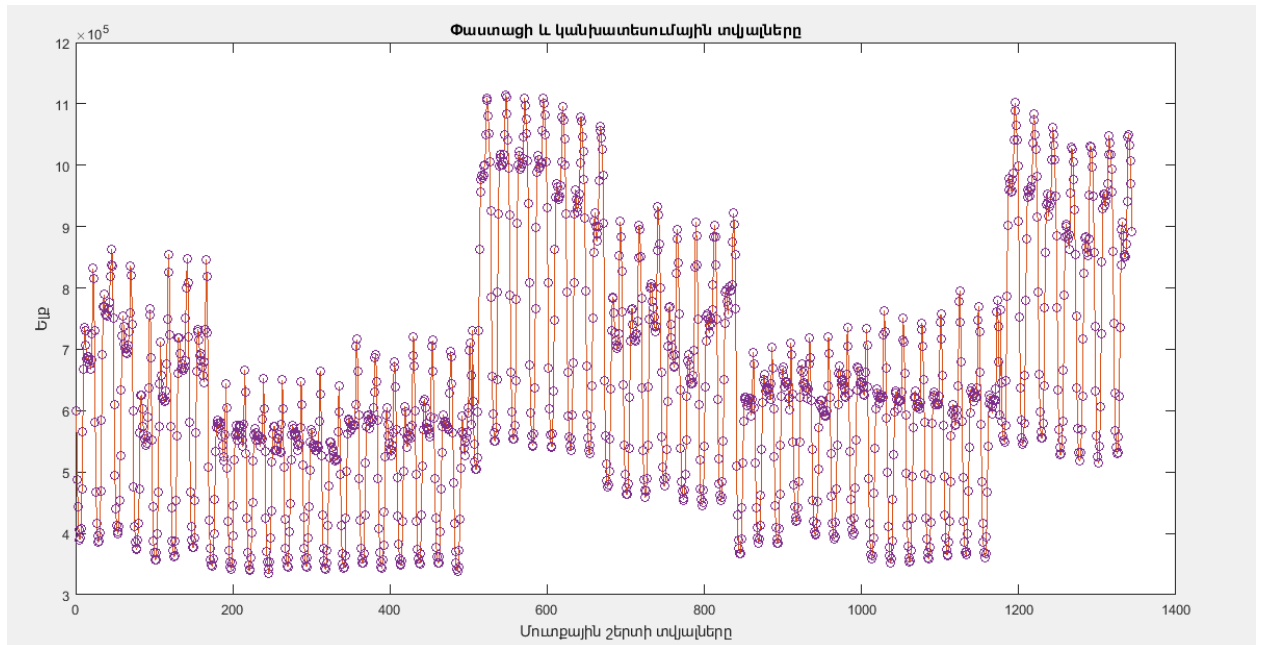
1. դեպի առաջ տարածում,
2. հակադարձ տարածում:

Դեպի առաջ տարածման համար նախնական պարամետրերը ֆիքսված են և հետագա հարաչափերի գնահատման համար կիրառվում է նվազագույն քառակուսիների մեթոդը:

Հակադարձ տարածման հաջորդող հարաչափերը ֆիքսված են և հարաչափերի գնահատման համար կիրառվում է հակադարձ անկման մեթոդը: Հաջորդաբար կրկնելով նշված քայլերը որոշվում են ոչ հստակ ելքով համակարգի նախնական և հաջորդող հարաչափերը:

Ուսուցանման սխալը հաշվարկվում է ուսուցանման տվյալների ելքային մեծության և ԱՆՖԻՍ մոդելի արդյունքում հաշվարկվող ելքային

մեծ ության տարբերություններ՝ միևնույն մոտքերի
և ելքի դեպքում: Ուսուցանման սխալը
ներկայացվում է յուրաքանչյուր ուսուցանման
քայլի միջին քառակուսային սխալի տեսքով:
Ներկայացված ուսուցանման բազայի համար
թեստավորման միջին սխալը 3,4 % է: Փաստացի և
կանխատեսումային տվյալները ներկայացված են
նկար 3.9-ում:



Նկար 3.9 Փաստացի և ԱՆՏԻՍ մոդելի կանխատեսումային տվյալներ

Արդյունքում ստացվել է ադապտիվ ոչ հստակ
ելքով համակարգ, որը հնարավորություն է տալիս
ընդունելի ճշտությամբ կանխատեսել հզորության
պահանջարկը:

Պահանջարկի երկարաժամկետ կանխատեսման
նպատակով անհրաժեշտ է ունենալ համակարգի
մոտքային շերտի բոլոր տվյալները՝
կանխատեսվող ժամանակահատվածի համար:

3.4 Հզորության պահանջարկի կանխատեսման ԱՆՏԻՍ մոդելի մոտքային տվյալների մշակման ալգորիթմը և կանխատեսման արդյունքները

ԱՆՖԻՍ կանխատեսումային մոդելի աշխատանքի համար անհրաժեշտ է մոդելի մոլտքում ներմուծել վերոնշյալ բաժնում նշված հինգ մոլտքային փոփոխականների կանխատեսումային տվյալները:

Օդերևութաբանական պայմանների մոդելավորման նպատակով օգտագործվում են մանրակրկիտ օդերևութաբանական տվյալներով և րացված սինոպտիկ քարտեզներ, ճնշումային դաշտի պրագնոստիկ քարտեզներ և տարբեր մեթոտվյալի հաշվարկման մեթոդներ: Սակայն մեր խնդրում անհրաժեշտ է իրականացնել մեթոտվյալների երկարաժամկետ մոդելավորում, որի համար ներկայումս որոշակի մոտեցումներ գոյություն չունեն:

3.4.1 Արտաքին օդի ջերմաստիճանի մոդելավորում՝ կանխատեսումային ժամանակահատվածի համար

Ջերմաստիճանի տատանումների ուսումնասիրության նպատակով դիտարկվել են ՀՀ ազգային վիճակագրության ծառայության «Շրջակա միջավայրը և բնական պաշարները» տեղեկատվության շրջանակում 2006-2016 թվականների ընթացքում ՀՀ-ում ամսական միջին ջերմաստիճանների արժեքները [74]:

Համաձայն ներկայացված տեղեկատվության, կարելի է ընդհանուր պատկերացում կազմել ամսական նվազագույն և առավելագույն միջին ջերմաստիճանների տատանումների վերաբերյալ: Վերջին նշված ինը տարիների ընթացքում, գրանցվել են հետևյալ նվազագույն և առավելագույն ջերմաստիճանները, որոնք բերված են Աղյուսակ 3.3-ում:

Աղյուսակ 3.3

**ՀՀ-ում օդի նվազագույն և առավելագույն
բազմամյա ջերմաստիճանները, °C**

Ամիսները	T, °C	
	Նվազ.	Առավ.
Մարտ	-4.5	3.4
Հունիս	13.5	17.6
Սեպտեմբեր	11.4	15.8
Դեկտեմբեր	-7.6	1

Հաշվի առնելով ջերմաստիճանների բերված միջակայքերը, ենթադրում ենք, որ յուրաքանչյուր ամսվա օրերին ջերմաստիճանը կարող է ընդունել ցանկացած պատահական արժեք՝ նվազագույն և առավելագույն մեծությունների միջակայքում: Այսինքն, ընդունում ենք, որ օրվա ջերմաստիճանը պատահական մեծություն է տվյալ ամսվա $[T_{min}, T_{max}]$ միջակայքում և ունի հավասարաչափ բաշխվածություն, երբ բոլոր մեծությունները նույն հավանականությամբ կարող են ընդունել այս կամ այն նշանակությունը:

Առաջարկվում է նշված խնդրի լուծման նպատակով օգտագործել վիճակագրական մոդելավորման Մոնտե Կառլոյի մեթոդը [75]:

Յուրաքանչյուր միջակայքում գեներացվել են երկուական պատահական մեծություններ, որոնցից մեծն ընդունվել է որպես առավելագույն, իսկ փոքրը՝ նվազագույն արժեք: Մեկ օրվա համար ստացված արդյունքների օրինակը բերված է աղյուսակ 3.4-ում:

Աղյուսակ 3.4-ում

**Մոնտե Կառլոյի սիմուլյացիոն մեթոդի
արդյունքները, մեկ օրվա համար**

Ամիսները	T, °C					
	2021	2024	2027	2030	2033	2036

	Նվ	Առ	Նվ	Առ	Նվ	Առ	Նվ	Առ	Նվ	Առ	Նվ	Առ
Մարտ	-4.2	2.8	-3.8	1.0	-3.50	2.30	-1.34	3.20	-4.47	2.13	-4.32	3.08
Յուլիս	13.	17.2	14.3	17.4	13.84	17.36	13.66	16.79	14.08	17.50	13.76	17.52
Սեպտեմբեր	11.4	15.7	12.2	14.7	11.68	15.71	11.58	15.44	12.24	13.63	11.55	15.62
Դեկտեմբեր	-7.5	0.49	-7.2	0.6	-7.56	-3.01	-6.71	-0.40	-7.08	0.59	-6.18	-0.20

Ունենալով օրեկան նվազագույն և առավելագույն ջերմաստիճանները անհրաժեշտ է որոշել օրեկան ջերմաստիճանի կախվածությունը օրվա ժամերից:

Տարբեր օրերի փաստացի ժամային ջերմաստիճանների և համապատասխան ժամերի կախվածության ուսումնասիրության նպատակով MATLAB® տեխնիկական լեզվի Curve Fitting Toolbox™ [76] փաթեթում մոդելավորվել է ջերմաստիճանի կախվածությունը օրվա ժամերից: Յուրաքանչյուր ամսվա համար դիտարկվել են հինգերորդ կարգի բազմանդամի տեսքով և սինոլսոիդ ֆունկցիաներ: Երկու դեպքում էլ ստացված ֆունկցիաների ճշտությունը բարձր էր, սակայն սինոլսոիդ ֆունկցիայի դեպքում կորերը բնութագրող վիճակագրական ցուցանիշներն առավելագույնն էին բոլոր դիտարկումների դեպքում և ներկայացված են աղյուսակ 3.5-ում:

Աղյուսակ 3.5

**Մոդել ներքին ու թագրող վիճակագրական
ցուցանիշները**

Ցուցանիշը	Հաշվարկի ման բանաձևը	Արժեքը (Հինգերորդ կարգի բազմանդամ)		Արժեքը (Սինոլսոնի դ)	
		Մոդել	Թեստ	Մոդել	Թեստ
SSE - Շեղման քառակուսի - ների գումար	$SSE = \sum_{i=1}^n w_i (y_i - f_i)^2$	10	90.103	0.05842	80.4651
R-քառակուսի - կորելյացիայի գործակից	$R^2 = 1 - \frac{\sum_{i=1}^n w_i (y_i - f_i)^2}{\sum_{i=1}^n w_i (y_i - y_{\text{avg}})^2} = 1 - SSE/SST$	0.8716		0.9993	
R-քառակուսի ճշգրտված	$R^2 = \frac{1 - SSE(n-1)}{SST(n-m)}$	0.7753		0.9974	
RMSE - միջին քառակուսի - սայիս սխալ	$RMSE = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (y_i - f_i)^2}$	1.581	3.35602	0.1709	3.17146

Ուստի որպես օրեկան ջերմաստիճանի փոփոխության և օրվա ժամերի կախվածությունը բնութագրող ֆունկցիա է ընտրվել սինոլսոնի ֆունկցիան, որի ընդհանուր տեսքը ներկայացվում է հետևյալ արտահայտությամբ.

$$T(t) = a_0 + a \sin(bt + c) \quad (3.7)$$

որտեղ՝ a_0 -ն ուղղահայաց շեղվածությունն է, a -ն ամպլիտուդն է, b - ն հաճախականությունը և c -ն - ֆազան:

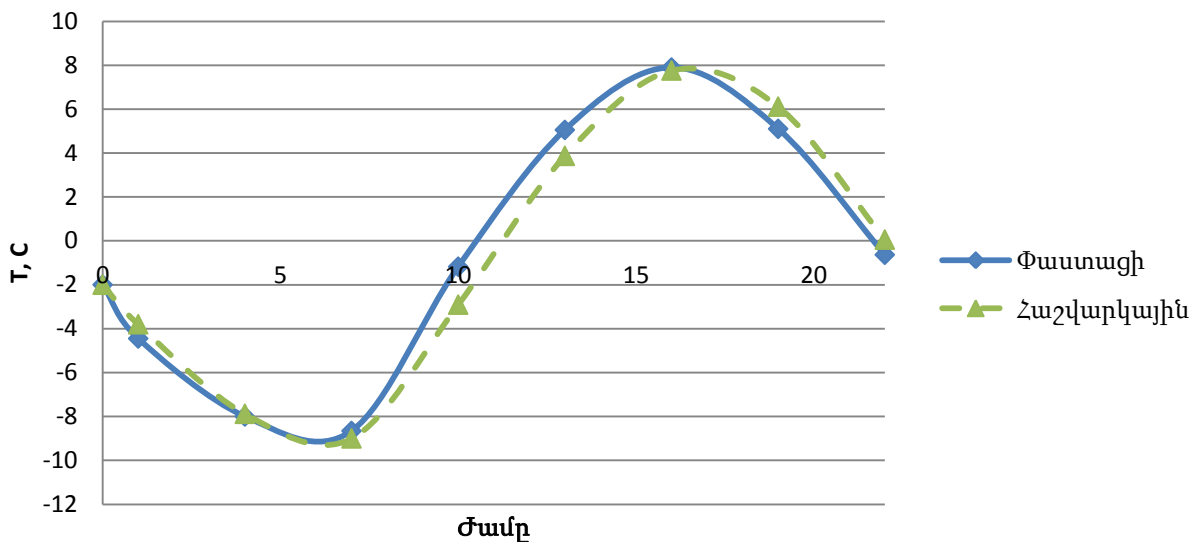
Քանի որ մեզ հայտնի է ֆունկցիայի տեսքը և օրեկան նվազագույն և առավելագույն ջերմաստիճանները, ուստի օրեկան

չ եր մաս տի ճ ա ն ա յ ի ն գ ր ա ֆ ի կ ի ը ն դ հ ա ն ու լ ը տ ե ս ք ը ն եր կ ա յ ա գ ն ե ն ք հ ե տ ն յ ալ ար տ ա հ ա յ տ ու լ թ յ ա մ ք .

$$T(t) = \frac{T_{min} + T_{max}}{2} + \frac{T_{max} - T_{min}}{2} \sin\left(\frac{2\pi}{24}t\right) \quad (3.8)$$

c - ն ն ախ ն ա կ ա ն հ ա շ վ ա ր կ ն եր ու մ ը ն դ ու ն վ ու մ հ ա վ ա ս ա ր 0-ի , ա ն հ ր ա ժ ե շ տ ու լ թ յ ա ն դ ե պ ք ու մ , փ ա ս տ ա գ ի ար դ յ ու ն ք ն եր ի հ ի մ ա ն վ ր ա ճ շ գ ր տ վ ու մ է :

Գ ար ն ա ն ա յ ի ն գ ի շ եր ա հ ա վ ա ս ա ր ի օր վ ա՝ մ ար տ ի 21-ի , փ ա ս տ ա գ ի և հ ա շ վ ա ր կ ա յ ի ն չ եր մ ա ս տ ի ճ ա ն ն եր ը 2016 թ վ ա կ ա ն ի հ ա մ ար ն եր կ ա յ ա գ վ ա ծ ե ն ն կ ար 3.8- ու մ :



Ն կ ար 3.8 Փ ա ս տ ա գ ի և հ ա շ վ ա ր կ ա յ ի ն չ եր մ ա ս տ ի ճ ա ն ն եր ը գ ար ն ա ն ա յ ի ն գ ի շ եր ա հ ա վ ա ս ա ր ի՝ մ ար տ ի 21-ի , հ ա մ ար

Ի ն չ ա ե ս եր կ ու մ է գ ր ա ֆ ի կ ի ց , ս տ ա գ վ ա ծ հ ա վ ա ս ա ր ու լ թ յ ու ն ը հ ն ա ր ա վ ո Ր ու լ թ յ ու ն է տ ալ ի ս թ ու յ լ ա տր ել ի ճ շ տ ու լ թ յ ա մ ք մ ո դ ել ա վ ո Ր ե ն չ եր մ ա ս տ ի ճ ա ն ի փ ո փ ո խ ու լ թ յ ու ն ն օր վ ա ը ն թ ա գ ք ու մ :

Ար դ յ ու ն ք ու մ , հ ա շ վ ի ա ռ ն ել ո վ ա ղ յ ու ս ա կ 3.4- ու մ ն եր կ ա յ ա գ վ ա ծ տ վ յ ալ ն եր ը և օ գ տ վ ել ո վ 3.8 ար տ ա հ ա յ տ ու լ թ յ ու ն ի ց գ ի շ եր ա հ ա վ ա ս ա ր ի և ար և ա դ ար ձ ի օր եր ը ն եր ա ռ ո ղ շ ա ք ա թ վ ա օր եր ի հ ա մ ար կ ար ո ղ ե ն ք մ ո դ ել ա վ ո Ր ել օր ե կ ա ն չ եր մ ա ս տ ի ճ ա ն ն եր ն ը ս տ ժ ա մ եր ի : Մ ա ս ն ա վ ո Ր ա պ ե ս

գարնանային գիշերահավասարի օրվան համապատասխան ջերմաստիճանային տվյալները ներկայացված են աղյուսակ 3.6-ում :

Աղյուսակ 3.6

Գարնանային գիշերահավասարի օրվա մոդելավորված ջերմաստիճաններն ըստ ժամերի, 2021-2036թթ.

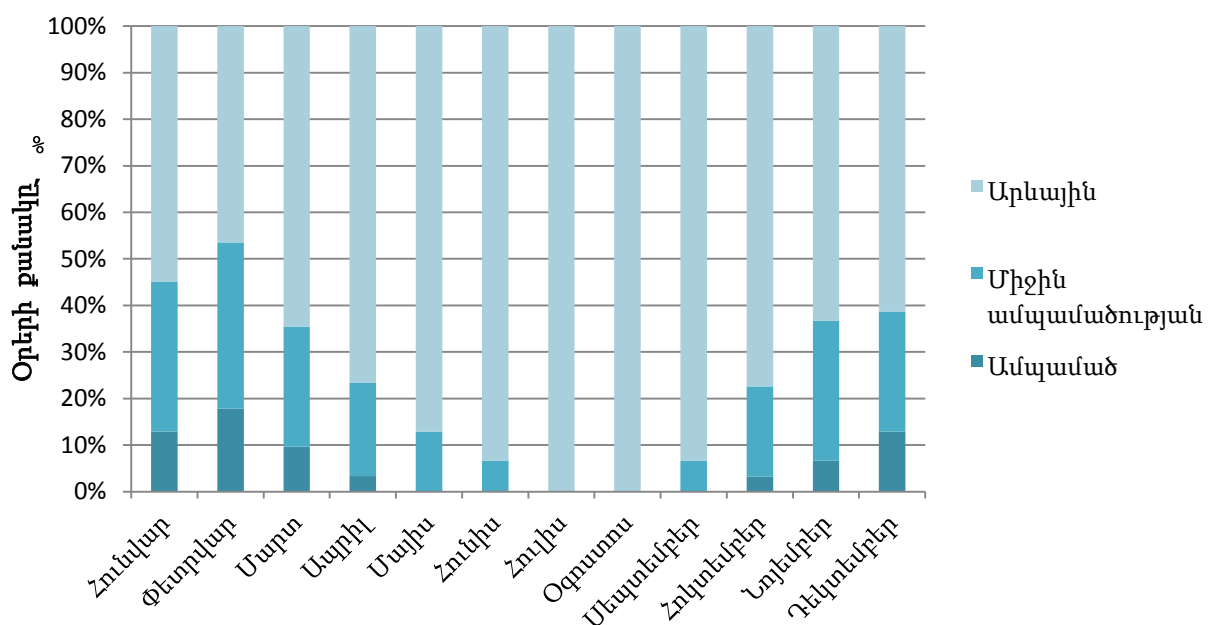
Ժամ	<i>T</i> _{mod} , Մարտի 21					
	2021	2024	2027	2030	2033	2036
1	-1.69	-2.08	-1.41	0.30	-2.09	-1.65
2	-2.60	-2.70	-2.16	-0.29	-2.94	-2.61
3	-3.36	-3.22	-2.78	-0.77	-3.65	-3.40
4	-3.91	-3.59	-3.23	-1.13	-4.16	-3.97
5	-4.20	-3.79	-3.47	-1.31	-4.43	-4.28
6	-4.21	-3.80	-3.48	-1.32	-4.44	-4.29
7	-3.94	-3.62	-3.26	-1.15	-4.19	-4.01
8	-3.42	-3.26	-2.83	-0.81	-3.71	-3.46
9	-2.68	-2.75	-2.22	-0.34	-3.01	-2.69
10	-1.78	-2.14	-1.48	0.24	-2.18	-1.75
11	-0.79	-1.46	-0.68	0.87	-1.26	-0.72
12	0.20	-0.79	0.14	1.51	-0.33	0.32
13	1.13	-0.16	0.89	2.10	0.53	1.28
14	1.90	0.37	1.53	2.59	1.25	2.09
15	2.47	0.76	1.99	2.96	1.78	2.69
16	2.79	0.98	2.25	3.16	2.08	3.02
17	2.83	1.01	2.28	3.19	2.11	3.06
18	2.59	0.84	2.09	3.03	1.89	2.81
19	2.09	0.50	1.68	2.71	1.42	2.28
20	1.36	0.01	1.08	2.25	0.75	1.53
21	0.47	-0.60	0.36	1.68	-0.08	0.60
22	-0.51	-1.27	-0.45	1.05	-0.99	-0.42
23	-1.50	-1.95	-1.26	0.41	-1.92	-1.46
24	-2.44	-2.59	-2.02	-0.18	-2.79	-2.44

Մյուս օրերի վերաբերյալ մոդելավորված ջերմաստիճանները բերված են Հավելված №2-ում:

3.4.2 Ամպամած ու թյան մակարդակի գնահատում կանխատեսումային ժամանակահատվածի համար

Ամպամած ու թյան մակարդակի որոշումն ուղեկցվում է բարձր անորոշությամբ: Խոշոր օդերևույթաբանական ընկերություններն աշխատում են մթնոլորտային վիճակի մոդելի ստեղծման ուղղությամբ, իր բոլոր հատկություններով, որոնք հնարավորություն են տալիս որոշակի կանխատեսումներ անել կարճաժամկետ կտրվածքում: Մեր խնդրի բարդությունը նշված մոտքային մեծության վերաբերյալ տեղեկատվության անհրաժեշտությունն է երկարաժամկետ միջակայքում:

Համաձայն բազմամյա տվյալների, ՀՀ-ում ամիսների ընթացքում ամպամած ու թյան մակարդակներով օրերի դասակարգումը ներկայացված է նկար 3.9-ում [77]:



Նկար 3.9 ՀՀ-ում արևային, միջին ամպամած և ամպամած օրերի հարաբերակցությունն ըստամիսների

Ինչպես երևում է նկարից ամիսներից կախված ամպամածության մակարդակի զգալի փոփոխություն է նկատվում: Մասնավորապես մարտ ամսվա ընթացքում ՀՀ-ում գերակշռում են արևային օրերը՝ միջինում 20 օր, իսկ միջին ամպամածության և ամպամած օրերը համապատասխանաբար 8 և 3 են: Հունիս ամսվա ընթացքում գերակշռում են արևային օրերը, հազվադեպ նկատվում է միջին ամպամածություն և այլն:

Ամպամածությունը ներկայացնենք ըստ մակարդակների հետևյալ միջակայքերով.

$$C \begin{cases} 0 \leq C \leq 30, 2222222 \\ 30 < C \leq 65, 22222 22222222222222 \\ 65 < C \leq 100, 2222222 \end{cases} \quad (3.8)$$

Համաձայն նկար 3.9-ում բերված տվյալների, կարող ենք ըստ ամիսների ներկայացնել նշված երեք միջակայքերում ամպամածության մեծության հավանականությունը: Մասնավորապես աղյուսակ 3.7-ում ներկայացված են գիշերահավասարի և արևադարձի օրերը ներառող ամիսների տվյալները:

Աղյուսակ 3.7

Ամպամածությունն ըստմիջակայքերի և ամիսների

Ամիսները	Ամպամածության մակարդակը		
	Արևային	Միջին ամպամածության	Ամպամած
	$0 \leq C \leq 30$	$30 < C \leq 65$	$65 < C \leq 100$
Մարտ	0.64	0.26	0.10
Հունիս	0.93	0.07	0.00
Սեպտեմբեր	0.93	0.07	0.00

Դեկտեմբեր	0.61	0.26	0.13
-----------	------	------	------

Հաշվի առնելով ամսվա ընթացքում ըստ ամսամածո լթյան մակարդակների օրերի քանակը, Microsoft Office Excel [78] ծրագրային փաթեթում պատահական թվերի տվիչի օգնությամբ գեներացվել են դիտարկվող ամսվա համապատասխան միջակայքում կոնկրետ օրերի համարները՝ ամսաթվերը: Մասնավորապես, հիմք ընդունելով նկար 3.9-ում ներկայացված տեղեկատվությունը, մարտ ամսվա ընթացքում գեներացվել են 20 պատահական թիվ, որոնք կլինեն մարտի ամսաթվերը և դրանց վերագրվել են արևային օրեր: Որից հետո, մարտ ամսվա մնացած օրերի համար գեներացվել են այլ 8 ամսաթվեր, որոնց վերագրվել են միջին ամսամած օրեր: Վերջապես, մնացած երեք օրերը դիտարկվել են որպես ամսամած օրեր: Մեկ օրվա տվյալները ներկայացված են աղյուսակ 3.8-ում, իսկ ամբողջական արդյունքները՝ Հավելված №3-ում: Արդյունքում մոդելավորվում է կոնկրետ օրվա համար ամսամածո լթյան մակարդակը:

Աղյուսակ 3.8

**2021 թվականի գարնանային գիշերահավասարի օրը
ներառող շաբաթվա ամսամածո լթյան մակարդակների
մոդելավորման արդյունքները**

2021 թ.	
Օր	Մարտ
15	Արևային
16	Արևային
17	Արևային
18	Արևային
19	Միջին
20	Միջին
21	Արևային

Մյուս օրերի համար ամպամածո լթյան մակարդակները ներկայացված են Հավելված №3-ում :

Հաշվի առնելով ՀԱՅՊԵՏՀԻԴՐՈՄԵՏ ՊՈԱԿ-ի [67] փաստացի տվյալները, կարող ենք եզրակացնել, որ ամպամածո լթյան մակարդակի նշանակալի փոփոխությունն է տեղի ունենում մոտավորապես երեք ժամյա կտրվածքով, ուստի ենթադրում ենք, որ մեզ հետաքրքրող օրվա ընթացքում ամպամածո լթյան մակարդակը նույնպես կփոփոխվի նույն օրինաչափությամբ: Ընդունելով, որ ամպամածո լթյան մակարդակն ունի հավասարաչափ բաշխվածություն, կարելի է որոշել կոնկրետ ժամվա համար վերջինիս մակարդակը օրեկան C_{min}, C_{max} միջակայքում՝ օգտագործելով Microsoft Office Excel [78] ծրագրային փաթեթում պատահական թվերի տվիչից :

Արդյունքում, հաշվի առնելով աղյուսակ 3.8-ում բերված տվյալները, և օգտվելով աղյուսակ 3.7-ում ներկայացված միջակայքերից, կարող ենք հաշվարկել օրվա ժամերի ամպամածո լթյան մակարդակները՝ մասնավորապես մարտի 19-ի համար արդյունքները ներկայացված են աղյուսակ 3.9-ում :

Աղյուսակ 3.9

**Մեկ օրվա համար ամպամածո լթյան հաշվարկային
մեծությունները**

Ամսաթիվ	Ժամ	C, %
15.03.2021	1	10
15.03.2021	2	10
15.03.2021	3	10
15.03.2021	4	26
15.03.2021	5	26
15.03.2021	6	26
15.03.2021	7	0
15.03.2021	8	0
15.03.2021	9	0
15.03.2021	10	15
15.03.2021	11	15
15.03.2021	12	15

15.03.2021	13	15
15.03.2021	14	15
15.03.2021	15	15
15.03.2021	16	8
15.03.2021	17	8
15.03.2021	18	8
15.03.2021	19	11
15.03.2021	20	11
15.03.2021	21	11
15.03.2021	22	20
15.03.2021	23	20
15.03.2021	24	20

Նույն տրամաբանությամբ որոշվել են նաև մյուս դիտարկված օրերի ժամային ամպամածութան մակարդակները, որոնք բերված են Հավելված №4-ում:

3.4.3 Օրվա բնութքը և Լուսավոր ժամերը կանխատեսումային ժամանակահատվածի համար

Օրվա բնութքի որոշման նպատակով առանձնացվել են աշխատանքային և ոչ աշխատանքային օրերը: Բոլոր տարիների համար որպես հանգստյան օրեր դիտարկվել են շաբաթ, կիրակի և տոնական օրերը:

Օրվա Լուսավոր ժամերը հաշվարկելու համար ուսումնասիրվել են արևածագի և մայրամուտի ժամերը: Վերջինի համար հիմք է հանդիսացել Almanac for Computers, 1990 ալգորիթմի [69] վրա մշակված առցանց հաշվիչը, որը հնարավորություն է տալիս մեկրոպեճ ժամերը հաշվարկել որոշակի տարածքում որոշակի օրվա արևածագի և մայրամուտի ժամերը՝ տասնորդական ճշտությամբ: Արդյունքները ներկայացված են Հավելված №4-ում:

3.4.4 Միջին օրեկան էներգիայի քանակի կանխատեսում

Աղյուսակ 2.16 Բերված մեծությունների վերլուծությունը ցույց տվեց, որ Էլեկտրաէներգիայի պահանջարկի զգայունությունը գործունեության գումարային ազդեցության նկատմամբ մինչև 2024 թվականը բավականին ցածր է և չի գերազանցում 2.48%, սակայն 2027թ. հետո այն գերազանցում է 6%՝ ընդունելով 2030թ. առավելագույն 8.32% արժեքը: Հաշվի առնելով նշված արդյունքները, մինչև 2024 թվականն որպես կանխատեսվող Էլեկտրաէներգիայի պահանջարկի մեծություն ընդունվել է պահանջարկի միջին մեծությունները, որոնք ըստ տարիների համապատասխանաբար կկազմեն, 2021 թվականին՝ 7 409 ԳՎտԺ և 2024 թվականին՝ 8015 ԳՎտԺ:

Մյուս տարիների Էլեկտրաէներգիայի պահանջարկի մեծության որոշման համար առաջարկվում է կիրառել վիճակագրական մոդելավորման Մոնտե Կառլոյի մեթոդը [75]՝ ազդեցիկ գործոններից յուրաքանչյուրի համար ընտրված միջակայքում գներացնելով պատահական մեծություն: Մոդելավորման նպատակով դիտարկում ենք ազդեցիկ գործոնների հղումային սցենարից $\pm 5\%$ շեղման միջակայքը: Արդյունքները ներկայացված են Աղյուսակ 3.10-ում:

Աղյուսակ 3.10

**Ազդեցիկ գործոնների այլ ընտրանքային
մեծություններն
ըստ տարիների**

Տարի	Ազդեցիկ գործոններ						
	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆	X ₇
2027	- 0.46	- 0.23	- 0.24	-0.8	-0.8	-0.8	-0.4
2030	- 0.46	- 0.23	0.10	-0.8	-0.8	-0.8	-0.4

2033	- 0.46	- 0.55	0.15	-	-	-0.8	-
2036	- 0.46	- 0.55	-	-	-	-0.8	-0.4

Հաշվի առնելով աղյուսակ 3.10-ում ներկայացված արդյունքները համապատասխանաբար տեղադրելով 2.14-2.17 արտահայտություններում կստանանք էկեկտրաէներգիայի պահանջարկի մեծություններն ըստ տարիների, որոնք ներկայացված են աղյուսակ 3.11-ում:

Աղյուսակ 3.11

**Էկեկտրաէներգիայի պահանջարկի
կանխատեսումային մեծություններն ըստ
տարիների**

Տարի	Էկեկտրաէներգիայի պահանջարկը, ԳՎտժ
2021	7 409
2024	8 015
2027	8 223
2030	8 987
2033	9 221
2036	9 488

Էկեկտրաէներգիայի միջին ամսական մեծություններին որոշման նպատակով, ուսումնասիրվել են 2011-2017թվականների ընթացքում էկեկտրաէներգիայի սպառման փաստացի ամսական մեծությունները [33] որոնք ներկայացված են աղյուսակ 3.12-ում:

Աղյուսակ 3.12

**Էկեկտրաէներգիայի սպառման միջին օրական
մեծություններն ըստամիսների, ԳՎտժ**

Ամիս	Է Լ Ե Կ տր ա Ե ն Ե ր գ ի ա յ ի ս պ առ մ ա ն մ ի ջ ի ն օ ր Ե Կ ա ն մ Ե ծ ո ւ թ յ ո ւ ն ն Ե ր ը						
	2017	2016	2015	2014	2013	2012	2011
1	18.39	16.21	17.36	20.28	19.49	17.88	16.66
2	16.36	14.38	17.33	17.93	18.18	19.29	17.25
3	15.08	13.60	15.33	14.37	15.24	17.20	15.06
4	13.01	12.49	11.40	11.76	11.81	11.96	12.60
5	13.13	12.61	9.63	10.56	10.79	11.41	10.96
6	13.43	12.80	11.88	12.11	11.85	12.98	11.79
7	15.59	14.36	14.63	15.11	13.93	13.45	13.72
8	16.14	14.67	15.14	16.02	14.30	14.78	13.94
9	14.45	13.31	14.73	14.92	13.84	13.52	12.82
10	13.99	14.05	13.45	14.29	14.19	13.57	13.50
11	14.88	15.21	16.16	16.88	15.92	15.71	17.55
12	16.88	18.19	17.94	17.85	21.33	19.15	19.79

Յ ու ր ա ք ա ն չ յ ու ր ա մ ս վ ա հ ա մ ա ր Է Լ Ե Կ տր ա Կ ա ն Է ն Ե ր գ ի ա յ ի ծ ա վ ա լ ն Ե ր ի ք ա շ խ մ ա ն հ ա մ ա ր ը ն դ ու ն վ Ե Լ Է ն ո ր մ ա լ ք ա շ խ մ ա ն [79] գ ի տ ա վ ա ր Կ ա ծ ը և ը ս տ դ ր ա ո ր ո շ վ Ե Լ Է ն մ ա ք Ե մ ա տ ի Կ ա Կ ա ն ս պ ա ս ու մ ը ու մ ի ջ ի ն ք առ ա Կ ու ս ա յ ի ն շ Ե դ ու մ ը: Մ ի ջ ի ն ք առ ա Կ ու ս ա յ ի ն շ Ե դ ու մ ը Կ ա գ մ ու մ Է մ ա ք Ե մ ա տ ի Կ ա Կ ա ն ս պ ա ս ու մ ի մ ի ջ ի ն ու մ 133%, ի ն չ ն Է Լ պ ա յ մ ա ն ա վ ո ր վ ա ծ Է Է Լ Ե Կ տր ա Կ ա ն Է ն Ե ր գ ի ա յ ի պ ա հ ա ն չ ա ր Կ ի և Կ Լ ի մ ա յ ա Կ ա ն պ ա յ մ ա ն ն Ե ր ի փ ո փ ո խ ու թ յ ա ն ա գ դ Ե ց ու թ յ ա մ ք, ո ր ո ն ք հ ա շ վ ի Է ն առ ն վ ա ծ, ո ր պ Ե ս մ ու տ ք ա յ ի ն տ վ յ ա լ ն Ե ր:

Հ ա շ վ ի առ ն Ե Լ ո վ ա դ յ ու ս ա Կ 3.11-ու մ և 3.12-ու մ ն Ե ր Կ ա յ ա ց վ ա ծ տ վ յ ա լ ն Ե ր ը, հ ա շ վ ա ր Կ վ Ե Լ Է ն Է Լ Ե Կ տր ա Ե ն Ե ր գ ի ա յ ի պ ա հ ա ն չ ա ր Կ ի մ Ե ծ ու թ յ ու ն ն Ե ր ն ը ս տ տ ա ր ի ն Ե ր ի և ա մ ի ս ն Ե ր ի:

**Էլեկտրաէներգիայի կանխատեսվող պահանջարկի
մեծությունն ըստ տարիների և ամիսների, ԳՎտժ**

Ամիս	Տարի					
	2021	2024	2027	2030	2033	2036
3	20.63	22.32	22.90	25.02	25.68	26.42
6	16.73	18.10	18.57	20.30	20.83	21.43
9	18.66	20.19	20.71	22.64	23.23	23.90
12	25.67	27.77	28.49	31.14	31.95	32.87

**3.4.5 Հզորություն պահանջարկի կանխատեսման ԱՆՖԻՍ
մոդելի արդյունքները**

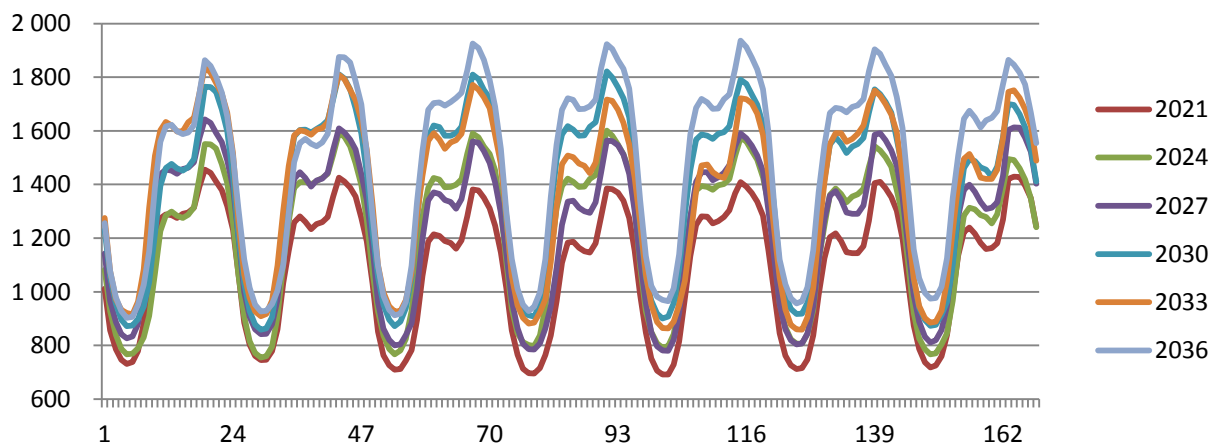
Մշակված ԱՆՖԻՍ համակարգի մոլտքային շերտի բոլոր տվյալների որոշումից հետո, կանխատեսվող ժամանակահատվածի համար, հաշվարկվել է հզորություն պահանջարկը: Մասնավորապես 2021 թվականի գիշերահավասարի շաբաթը ներառող շաբաթվա առաջին օրվա համար ստացված արդյունքները ներկայացված են աղյուսակ 3.14-ում, մյուս տվյալները բերված են Հավելված №4-ում:

**Հզորություն պահանջարկի կանխատեսվող
մեծություններն մեկ օրվա համար**

Ամսաթիվ	Ժամ	Р, ՄՎտ
15.03.2021	1	891.11
15.03.2021	2	762.69
15.03.2021	3	687.53
15.03.2021	4	655.45
15.03.2021	5	638.24
15.03.2021	6	637.09
15.03.2021	7	660.51
15.03.2021	8	755.22
15.03.2021	9	875.96
15.03.2021	10	996.26
15.03.2021	11	1 059.41
15.03.2021	12	1 075.55

15.03.2021	13	1 096.82
15.03.2021	14	1 102.22
15.03.2021	15	1 091.84
15.03.2021	16	1 096.06
15.03.2021	17	1 099.89
15.03.2021	18	1 112.49
15.03.2021	19	1 162.61
15.03.2021	20	1 261.53
15.03.2021	21	1 273.71
15.03.2021	22	1 240.87
15.03.2021	23	1 176.41
15.03.2021	24	1 052.85

Մասնավորապես 2021-ից 2036 թվականներին դեկտեմբեր ամսվա շաբաթական բեռի գրաֆիկները ներկայացված են նկար 3.10-ով: Հսկողության կանխատեսումային բոլոր տվյալները ներկայացված են Հավելված №4-ով:



Նկար 3.10 2021-2036 թվականներին դեկտեմբեր ամսվա շաբաթական բեռի գրաֆիկները:

3.5 Հսկողության պահանջարկի ծածկման խնդրի դրվածքը և արդյունքները

Հաշվի առնելով 3.4.4 կետում հաշվարկված հզորությունը պահանջարկի կանխատեսվող մեծությունները, GTMax ծրագրային փաթեթի [80] կիրառմամբ իրականացվել է ընտրված շաբաթների համար հզորություն կանխատեսվող բեռի օպտիմալ բաշխում արտադրող կայանների միջև՝ հաշվի առնելով էներգահամակարգի սահմանափակումները: GTMax համակարգչային ծրագիրը մշակվել է ԱՄՆ-ի «ԱԴԻԿԱ» ՍՊ ընկերության կողմից: Ծրագրային փաթեթը հնարավորություն է տալիս մոդելավորել ներմուծման հնարավոր ծավալները՝ հաշվի առնելով համակարգում առկա տեղակայված հզորությունները, արտահանման անհրաժեշտ ծավալները:

Խնդրի լուծման համար մոդելավորվել է նաև հաղորդման էլեկտրական ցանցերում կորուստների մեծությունները, բոլոր կայանների սեփական կարիքների տոկոսային մեծությունները (աղյուսակ 3.15), ինչպես նաև հզորության արտադրանքի մեծություններն ըստ կայանների (աղյուսակ 3.16) և այլն: Նպատակային ֆունկցիա է ընտրվել հզորության ներքին պահանջարկի բավարարման և հզորության արտահանման միջպետական պայմանագրերով նախատեսված ծավալների ապահովումը՝ ինքնարժեքի նվազագույն մեծության ապահովմամբ.

$$\min C_T = \sum_i^m C_i(P_{\text{pi}}), \quad (3.9)$$

$$\text{այնպես, որ } P_{\text{p}} - P_{\text{pp}} - P_{\text{pppp}} - P_{\text{p}} - P_{\text{pppppppppppp}} = 0 \quad (3.10)$$

որտեղ՝

C_T -ն բոլոր դիտարկված կայանների հզորություն արտադրողների ինքնարժեքն է՝ \$/ՄՎտ: (ԲԷՑ-ի և ՀԿ-ի ծախսերը հաշվարկի ընթացքում չեն

դիտարկվել, քանի որ կախված չեն հզորություն արտադրողությունից՝ անփոփոխեն),
i-ն դիտարկված արտադրող կայանների քանակը,
 P_{i1} -*i*-րդ կայանի բեռնվածքի մեծությունն է՝ ՄՎտ,
 P_{i2} -ն համակարգում դիտարկված բոլոր կայանների հզորությունների գումարն է՝ ՄՎտ,
 P_{i3} - համակարգում դիտարկված բոլոր կայանների սեփական կարիքներն են՝ ՄՎտ,
 P_{i4} - հզորություններ քիմիական ջարկը՝ ՄՎտ,
 P_{i5} - միջպետական պայմանագրերով նախատեսված արտահանման ծավալներն են՝ ՄՎտ,
 P_{i6} ՝ կորուստները բարձր և արման ցանցերում՝ ՄՎտ:
 Կայանների սեփական կարիքների մեծությունները ներկայացված են աղյուսակ 3.15-ում:

Աղյուսակ 3.15

Կայանների սեփական կարիքների մեծությունները

Էլեկտրակայաններ	Սեփական կարիքներ, %
ՀԱԷԿ, Նոբ ԱԷԿ	8.9
Հրազդան -5	8
Հրազդան	7.2
Լոռի Հոլմեյ	2.5
Լոռի բերդ, Մեղրի, Շնորհ ՀԷԿ	1.5
Նոբ ՀԳՑ 220	3.5
Նոբ ՀԳՑ 400_234	3.5
Նոբ ՓՀԷԿեր	2.1
Նոբ Հոլմեյ	2.5
Սևան -Հրազդան Կասկադ	1.5
ՓՀԷԿեր	2.1

Քոնսթոնտ-Գլոբալ հիդրոկապակ	0.7
Երևանի ՋԷԿԶԳՑ	3.5

Արտադրող կայանների տեղակայված հզորությունների վերաբերյալ տվյալները, ստացվել են Markal ծրագրային փաթեթի միջոցով [40] և ներկայացված են աղյուսակ 3.16-ում:

Աղյուսակ 3.16

**Նախատեսվող էլեկտրակայանների տեղակայված
հզորությունները, ՄՎտ**

Էլեկտրակայան ներ	Տարի					
	2021	2024	2027	2030	2033	2036
ՀԱԷԿ						
Երկրաջերմային կայան	-	-	4	30	30	30
Հրազդան -5	440	440	440	440	440	440
Հրազդանի ՋԷԿ	-	-	-	-	-	-
Գործող ատոմակայանի կայանքի երկարաձգում	385	385	-	-	-	-
Լոռի Յոդմեյ	3	3	3	3	3	3
Լոռի բերդ ՅԷԿ	66	66	66	66	66	66
Մեղրի ՅԷԿ	-	-	-	-	130	130
Նոր ՅԶԳՑ 220	660	660	880	880	880	880
Նոր ՅԶԳՑ 400_234	-	-	-	-	-	-
Նոր ՓՅԷԿեր	148	148	148	148	148	148
Նոր Յոդմեյ	-	31	81	131	131	131
Նոր ԱԷԿ - VVER 1000 AES-92	-	-	-	-	-	1 028
Սևան -Հրազդան Կապակ	550	550	550	550	550	550
Ծնող ՅԷԿ	70	70	70	70	70	70
ՓՅԷԿեր	222	222	222	222	222	222
Արևային կայան	40	40	40	40	40	40
Քոնսթոնտ - Գլոբալ Կապակ	400	400	400	400	400	400
Երևանի ՋԷԿ	220	220	220	220	220	220

Ը ն դ ամ ե ն ը	3 204	3 234	3 123	3 199	3 329	4 357
-----------------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------

GTMax ծրագրային փաթեթում մոլտքագրվել են կայանների արտադրանքի այն մեծությունները, որոնց դեպքում, համաձայն MARKAL ծրագրային փաթեթի, համակարգի ծախսերը նվազագույնն են:

Վերլուծության ընթացքում դիտարկվել են նաև այնպիսի սահմանափակումներ, որոնք հնարավորություն կտան պատկերացում կազմել ներքին պահանջարկի և միջազգային պայմանագրերով ամրագրված հզորությունների ծածկման հնարավորությունների վերաբերյալ՝ ՀԱԷԿ-ի կառուցման անհրաժեշտության տեսանկյունից: Որպես սահմանափակումներ հանդես են եկել.

- Էլեկտրակայանների տեխնիկապես մատչելի հզորությունները [33],
- կայանների հզորության ժամային փոփոխության առավելագույն և նվազագույն մեծությունները [17],
- դիտարկված ժամանակահատվածի համար ԱԷԿ-ի նորոգման համար ժամանակավորապես շահագործման մեջ չլինելու պայմանը և նորի կառուցման հնարավորության բացակայությունը,
- ջերմային կայանների բեռնավորման ընթացքում առաջնահերթություն է տրվում առավել բարձր օգտակար գործողության գործակից ունեցող կայաններին: Մասնավորապես Մոդելում առաջինը բեռնավորվում է Երևանի ՀԾԳՑ-ն, հետո

Հրազդան-5-ը և հետո միայն Հրազդանի ՁԷԿ-ի 1-4 բլոկները,

- Սևանա լճից ոռոգման նպատակով բաց թողնված մատչելի հզորությունները,
- ՀԷԿ-երի կարգավորման ջրամբարների օգտակար ծավալի մեծությունը [17],
- Վերականգնվող աղբյուրներից ստացվող հզորությունների պարտադիր գնումը բաշխիչ ընկերություն կողմից,
- Էլեկտրահաղորդման գծերի հզորության փոխանցման սահմանափակումները [17]

Ինչպես նշվեց սահմանափակումների նկարագրություն մեջ, մոդելավորման ընթացքում ընդունվել է ՀԱԷԿ-ի նորոգման նպատակով շահագործումից հանված լինելու պայմանը, նոր ԱԷԿ-ի կառուցման հնարավորությունները: Հողմային և արևային էլեկտրակայանների անկայուն աշխատանքային գրաֆիկի պատճառով ընդունվել է, որ դիտարկված ժամանակահատվածում վերջիններն հզորություն չեն արտադրում:

Մոդելում մոլտքագրվել են էլեկտրաէներգետիկական համակարգի ընկերությունների ՀՀ ՀԾԿՀ կողմից հաստատված սակագների մեծությունները, որոնք ներկայացված են աղյուսակ 3.17-ում:

Աղյուսակ 3.17

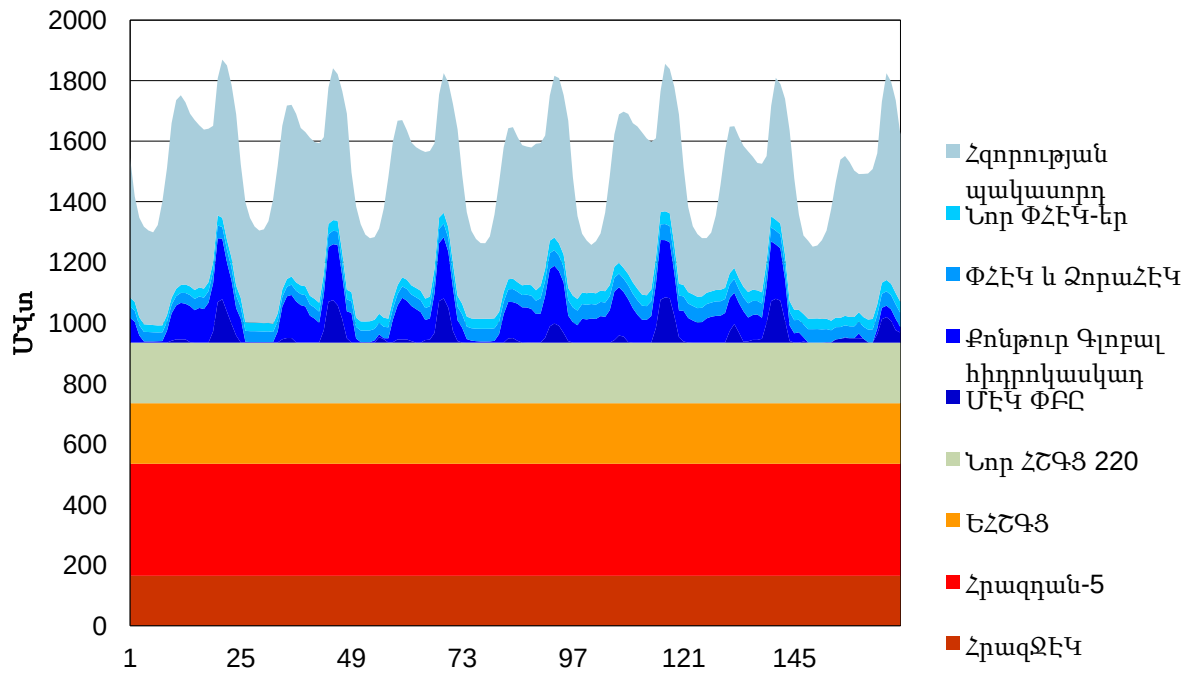
**Էլեկտրաէներգետիկական համակարգի
ընկերությունների գործող սակագները 2015
թվականի դրությամբ**

Ը ն կ եր ու թ յ ու ն ն եր	Հ գ ո թ ու թ յ ա ն ա մ ս ա կ ա ն վ ճ ա ր	Է լ ե կ տր ա է ն եր գ ի ա յ ի ս ա կ ա գ ի ն
	դ ր ա մ /կ Վ տ ն եր առ յ ա լ Ա Ա Հ	դ ր ա մ /կ Վ տ ն եր առ յ ա լ Ա Ա Հ
Հ Ա Է Կ Փ Բ Ը	4 330.5	5.5
Հ ր ա գ Ջ Է Կ Բ Բ Ը	1 149.2	42.9
Երևանի Ջ Է Կ Փ Բ Ը Հ Շ Գ Ց, Նո ր Հ Շ Գ Ց	4 276.9	22.2
Ք ո ն թ ու թ ր Գ լ ո ք ա լ հ ի դ ր ո կ ա ս կ ա դ	1 421.66	5.5
Մ Է Կ Փ Բ Ը	755.8	5.0
Հ ր ա գ դ ա ն -5		42.0
Փ Հ Է Կ -ե ր, Նո ր Փ Հ Է Կ		14.9
Հ ո ղ մ Է Կ, Նո ր Հ ո ղ մ Է Կ		16. 7
Բ Է Ց Փ Բ Ը		1.03
Է Հ Օ Փ Բ Ը *		0.2
Հ Կ Փ Բ Ը *		0.1

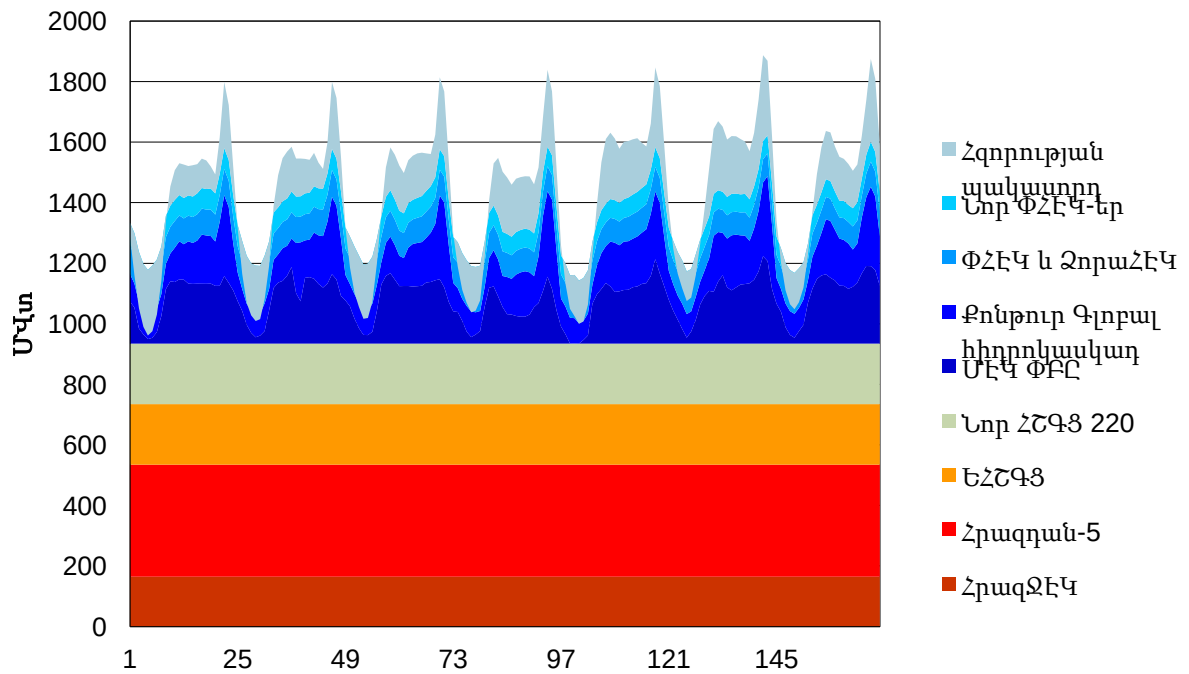
* գ ո թ ծ ու մ ե ն ծ առ ա յ ու թ յ ա ն վ ճ ա ր ն եր ` «Է լ ե կ տր ա է ն եր գ ե տ ի կ ա կ ա ն հ ա մ ա կ ա ր գ ի օ պ եր ա տ ո ր » Փ Բ Ը -ի հ ա մ ա ր ` 125.1 մ լ ն դ ր ա մ , ի ս կ «Հ ա շ վ ա ր կ ա յ ի ն կ ե ն տր ո ն » (Հ Կ) Փ Բ Ը -ի հ ա մ ա ր ` 34.8 մ լ ն դ ր ա մ :

Ս տ ա գ վ ա ծ մ ո դ ե լ ի օ գ ն ու թ յ ա մ ք իրակա ն ա գ վ ե լ Է 2021-2036 թ վ ա կ ա ն ն եր ի հ ա մ ա ր , ե ո ա մ յ ա կ տր վ ա ծ ք ո վ ք ե ո ի ք ա շ խ ու մ : 2021 թ վ ա կ ա ն ի դ ի տ ա ր կ վ ա ծ շ ա ք ա թ ն եր ի ն հ գ ո թ ու թ յ ա ն պ ա հ ա ն ջ ա ր կ ի օ պ տ ի մ ա լ ծ ա ծ կ մ ա ն ա ր դ յ ու ն ք ն եր ն ը ս տ կ ա յ ա ն ն եր ի ն եր կ ա յ ա գ վ ա ծ ե ն ն կ ա ր 3.10-ու մ :

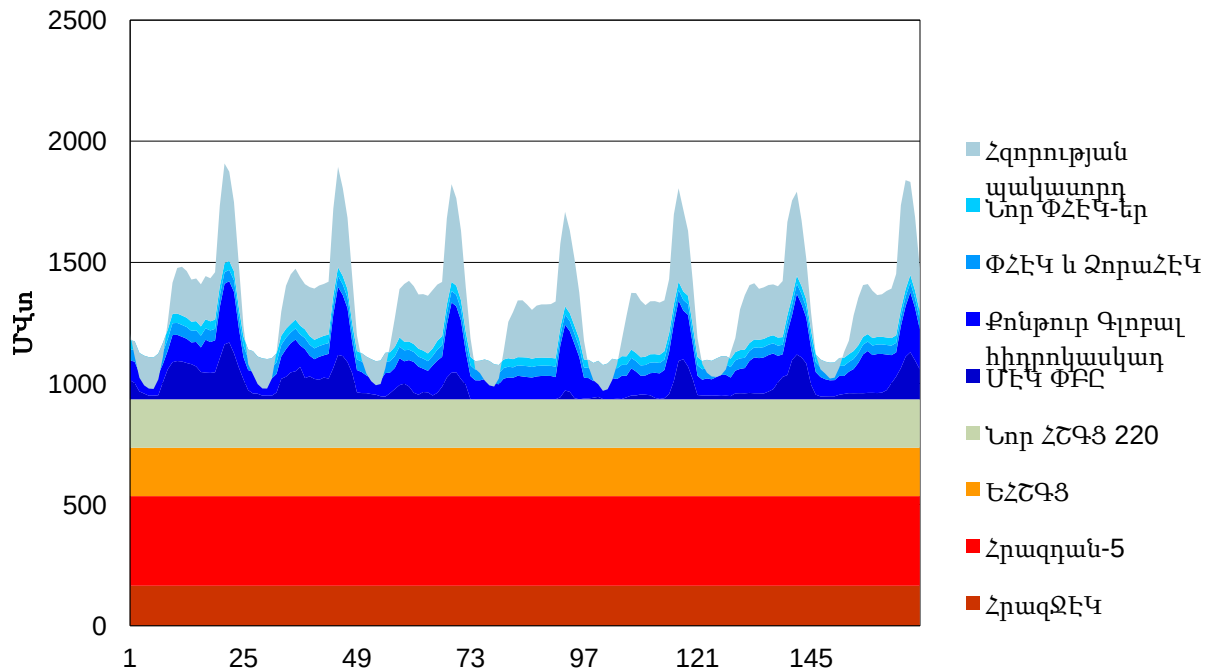
Մարտ, 2021թ.



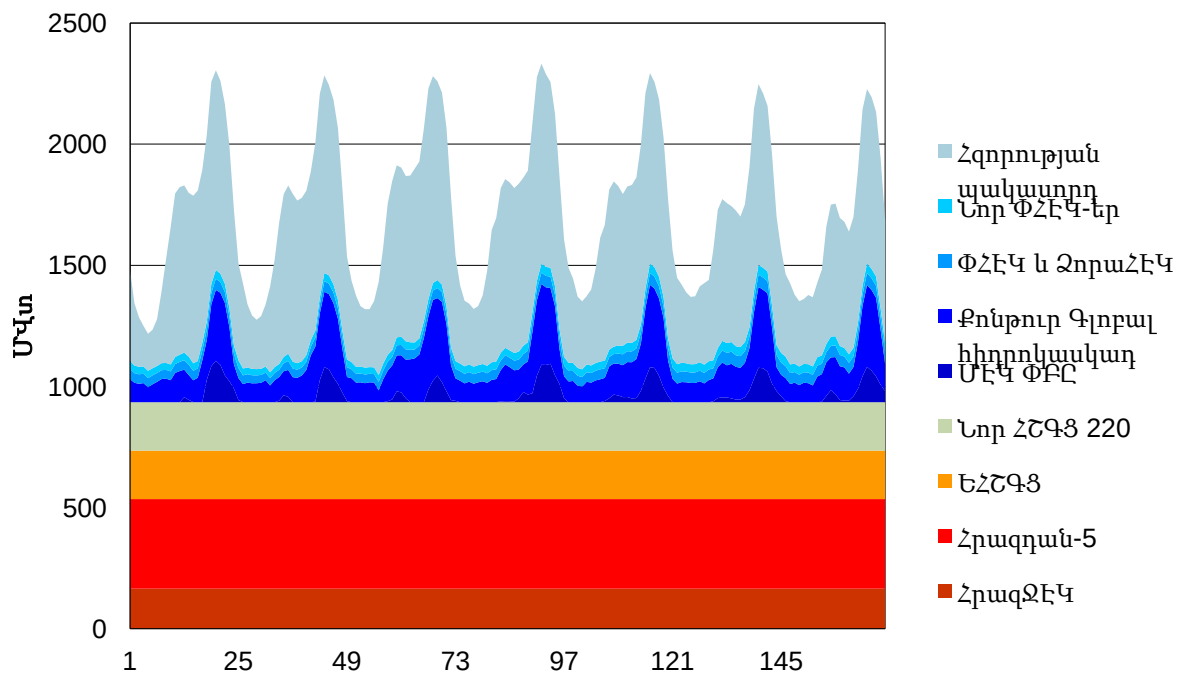
Հունիս, 2021թ.



Մեպտեմբեր, 2021թ.



Դեկտեմբեր, 2021թ.



Նկար 3.10 Հզորությունների քառասյանների, 2021թ.

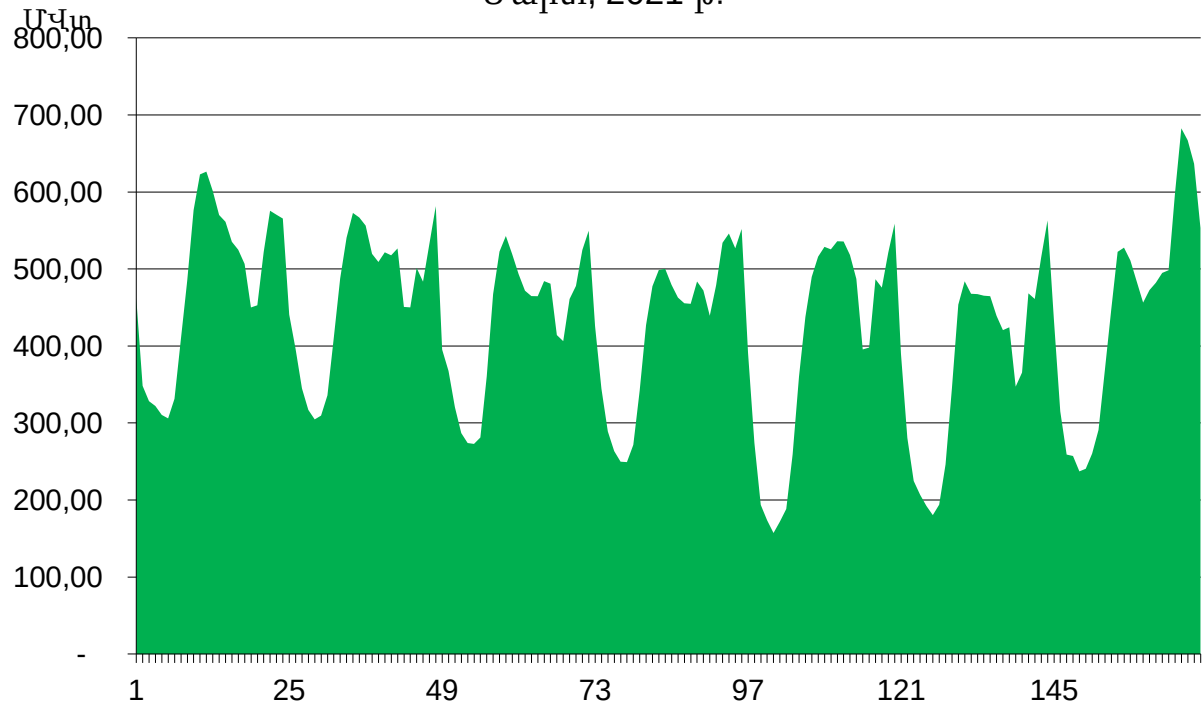
Հաշվարկների իրականացման ընթացքում ընդունվել է, որ իրան-Հայաստան միջպետական համաձայնագրի պայմանների կատարումը տնտեսապես արդյունավետ է, ուստի մոդելավորվել

Են նաև արտահանման ծավալները: Ընդունվել է, որ դեպի Իրան արտահանման ծավալները դիտարկված շաբաթների համար, 2021թ. կազմում է 680 ՄՎտ, իսկ մյուս տարիներին՝ 780 ՄՎտ:

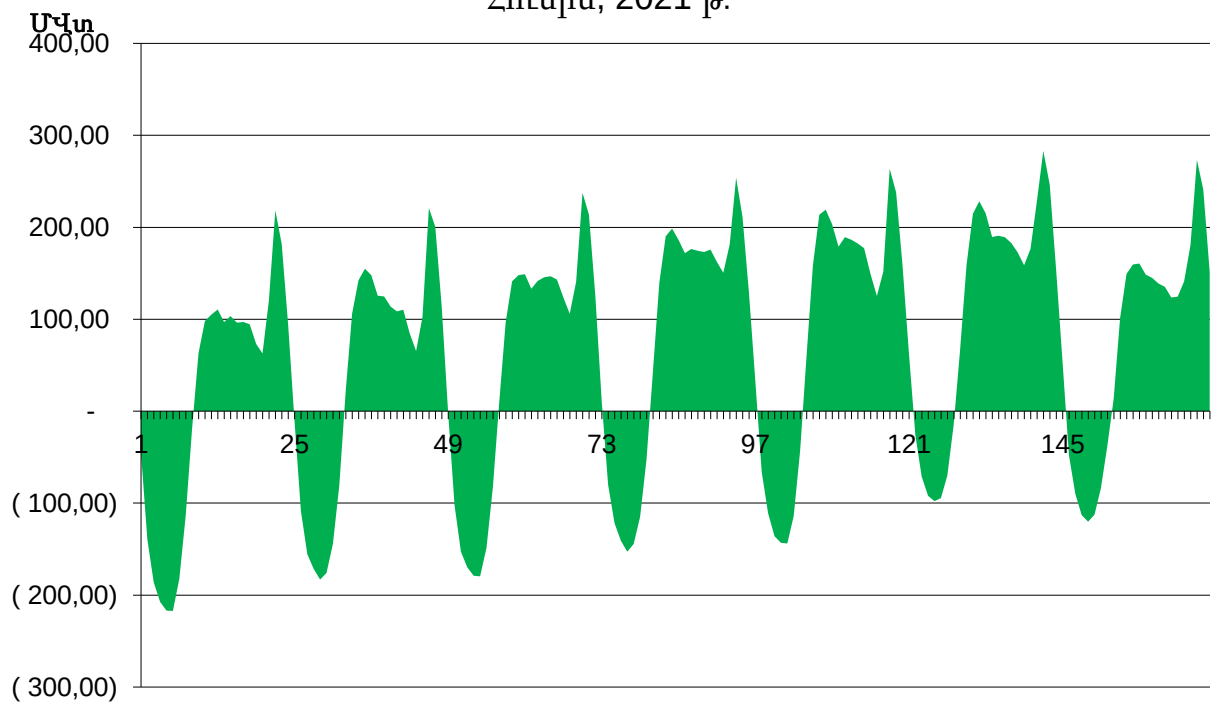
Ներկայացված գրաֆիկներին ակնհայտ է, որ հզորություններում ծավալներն անհրաժեշտ է առավել ապես պիկային բեռի ծածկման նպատակով: Իրականացված հաշվարկներում խիստ սահմանափակումներ են դրվել ՋԷԿ-երի հզորությունների նկատմամբ՝ բացառելով փոփոխական ռեժիմում աշխատելու հնարավորությունը: Արդյունքում կարելի է եզրակացնել, որ ՋԷԿ-երի համար անհրաժեշտ է դիտարկել ոչ հաստատուն բեռնվածքի տարբերակ, որը տեխնիկատնտեսական հիմնավորման անհրաժեշտություն կունենա:

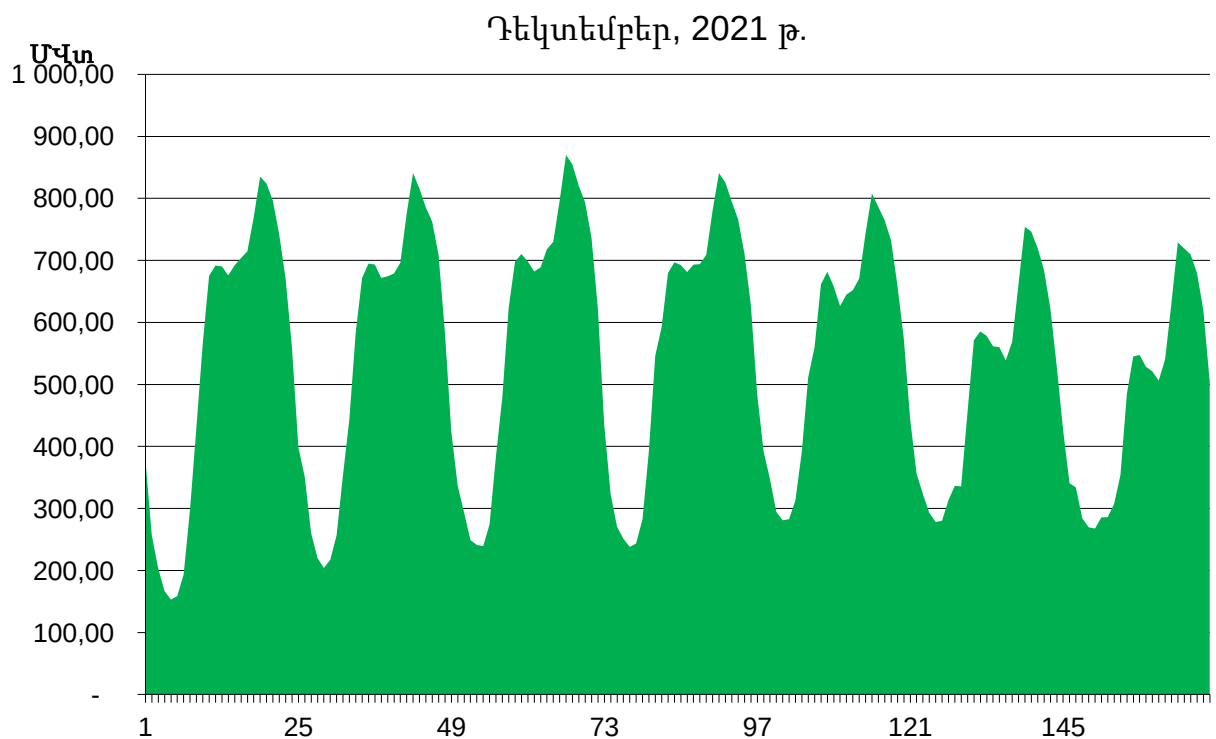
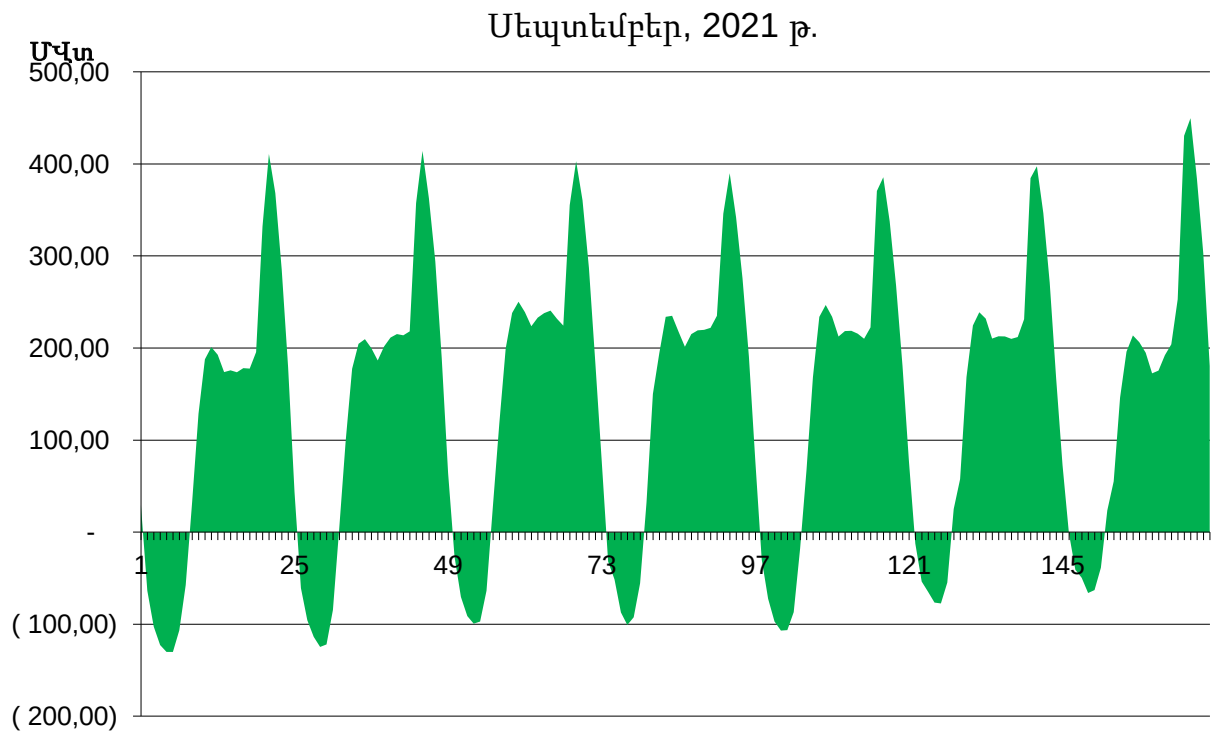
Արդյունքում ներքին պահանջարկի ծածկման և Իրանի նկատմամբ պարտավորությունների կատարման նպատակով 2021 թվականին դիտարկված շաբաթների համար հզորություն պահանջարկի պակասորդը կկազմի միջինում 198,2 ՄՎտ, որն առավել մանրամասն, ըստ դիտարկված շաբաթների, ներկայացված է նկար 11-ում:

Մարտ, 2021 թ.



Հունիս, 2021 թ.





Նկար 3.11 Հողորոշյունների պակասորդն ըստ դիտարկված շաբաթների, 2021թ.

Ինչպես երևում է ստացված արդյունքներից (նկար 3.11) գարնանային և ձմեռային ամիսների դիտվում են

հզորությունն ապահովում է համապատասխան առավելագույն մեծությամբ, ձմռանը հասնելով մինչև 870,2 ՄՎտ, ինչն էլ պայմանավորված է ՀԵԿ-երի հզորությունների նվազեցմամբ (նկար 3.10): Մինչդեռ ամռան և աշնան ամիսներին համակարգում առկա է հզորության ավելցուկ:

2021-2036 թվականների համար մոդելավորման արդյունքների վերլուծությամբ ցույց է տալիս, որ մինչև 2024 թվականը հզորության պահանջարկի մեծությամբ՝ հասնելով առավելագույնը 870,2 ՄՎտ-ի: Համաձայն դիտարկված սցենարի, 2027 թվականին շահագործման կհանձնվի Նոր ՀԾԳՑ-ի երկրորդ բլոկը՝ 220 ՄՎտ հզորությամբ, որի արդյունքում, հաշվի առնելով նաև հզորության ներքին պահանջարկի աճը, ներմուծման անհրաժեշտ առավելագույն հզորությունը կկազմի 884,1 ՄՎտ: Ներմուծման ծավալների առավելագույն մեծությամբ 2036 թվականին հասնում է մինչև 1 671,8 ՄՎտ:

Արդյունքում վստահաբար կարող ենք ասել, որ ՀՀ-ում ներքին պահանջարկի ամբողջական ծածկման և միջպետական պայմանագրերով, մասնավորապես ԻԻՀ-ի նկատմամբ, պարտավորությունների կատարման համար անհրաժեշտ են լրացուցիչ հզորություններ, որոնց աղբյուր կարող են հանդիսանալ Նոր ԶԵԿ-ի կամ ԱԵԿ-ի կառուցումը, ինչպես նաև հարևան երկրներից, մասնավորապես Վրաստանի Հանրապետությունից, հզորությունների ներմուծումը, ինչպես ներքին սպառման, այնպես էլ դեպի ԻԻՀ տարանցման համար:

3.6 Եզրակացություն

- ՀՀ գործողության պահանջարկի 2021-ից մինչև 2036 թվականները կանխատեսման և պատակով ուսումնասիրվել են հնարավոր մեթոդները և արդյունքում ընտրված ԱՆՖԻՍ համակարգը, որը հնարավորություն է տալիս բարձր ճշտության մաս կանխատեսումներ իրականացնել :
- Որոշվել են հՀ գործողության պահանջարկի վրա ազդող տարբեր, այդ թվում բնակչի մայական գործունեություն, որոնք զգալի ազդեցություն են ունենում հՀ գործողության մեծությամբ վրա :
- Առաջարկվել են կլիմայական գործունեության կանխատեսման այնպիսի մոտեցումներ, որոնք հնարավորություն են տալիս մեղմացնել վերջինների երկարաժամկետ կանխատեսման որոշումները : Մասնավորապես արտաքին օդի ջերմաստիճանի որոշման և պատակով ստացվել է միջին ամսեկան նվազագույն և առավելագույն ջերմաստիճաններից և օրվա ժամից կախված հավասարություն, որի արդյունքները օգտագործվել են ԱՆՖԻՍ համակարգի մոլտքային շերտում :
- Դիտարկված մոլտքային տվյալները հնարավորություն են տալիս բավարար ճշտության մեջ գնահատել հՀ գործողության պահանջարկի կանխատեսվող մեծությունները :
- ՀՀ գործողության պահանջարկի կանխատեսումային տվյալների ուսումնասիրության արդյունքում բացահայտվել են պահանջարկի աճի բնակական բնութագրերը՝ տեմպերը, բեռնվածքի կորի տեսքը, այդ կորի առավելագույն և նվազագույն հՀ գործողությունների արժեքները :

- ՀՀ գործառնական պահանջարկի ծածկման նպատակով բոլոր տարիների ընթացքում դիտվում է հՀ գործառնական պակասորդ՝ հաշվի առնելով մոդելավորման ընթացքում ընդունված սահմանափակումներն ՀԱԵԿ-ի նորոգման նպատակով շահագործումից հանված լինելու և նոր ԱԵԿ-ի կառուցման հնարավորություն բացակայության վերաբերյալ: Արդյունքում ՀՀ ներքին պահանջարկի և արտահանման ծավալների ծածկման նպատակով անհրաժեշտ է լրացուցիչ հՀ գործառնական կառուցում, մասնավորապես ՋԵԿ կամ ԱԵԿ, կամ հարևան երկրներից հՀ գործառնական կառուցում:

ԳԼՈՒԽ 4. ԵՆԵՐԳԱՅԱՄԱԿԱՐԳԻ ՏԱՐԵՐԻ ԾԱՌԱՅՈՒԹՅԱՆ ՄՆԱՑՈՐԴԱՅԻՆ ԺԱՄԿԵՏԻ ՈՐՈՇՈՒՄ

Տեխնիկական սարքավորումների կամ դրանց համալիրների ծերացմամբ պայմանավորված սերնդափոխությունը էներգետիկ օբյեկտների բնականոն գործընթաց է: Էլեկտրաէներգետիկական համակարգի զարգացման երկարաժամկետ պլանավորման ժամանակ դրա տարրերի կյանքի տևողությունն ու զանազան հարցն արդիական է դառնում:

Ծերացման արդյունքում նվազում է սարքավորման աշխատանքի հուսալիությունը, որի արդյունքում էլ աճում են վթարների

հաճախակի անությունը, դրանց վերացման տևողությունը և ծախսերը:

Հաշվի առնելով, որ էներգահամակարգի տարրերի ծերացման վրա ազդող գործոնների փոփոխության մակարդակները ժամանակի ընթացքում անորոշ են, ուստի առաջարկվում է նշված խնդրի լուծման ստորև բերված մոտեցում:

4.1 Էներգահամակարգի տարրերի հոսքային թյան տեսությունը՝ փոխարինման վերաբերյալ որոշման կայացման տեսանկյունից

Հոսքային թյան ապահովումը հանդիսանում է ցանկացած տեխնիկական համակարգի ստեղծման և շահագործման ընթացքի կարևորագույն հիմնախնդիրը: Այն հատկապես արդիական է բարդ համակարգերի համար, ինչպիսին է էլեկտրաէներգետիկական համակարգը, որը բաղկացած է մեծ քանակությամբ տարրերից և մեծածավալ ներքին և արտաքին կապեր ունի:

Էլեկտրաէներգետիկական համակարգի հոսքային թյունը միասնական տեխնոլոգիական գործընթացում սահմանված հարաչափերով էլեկտրական էներգիայի (հզորության) արտադրությունը, հաղորդումը, բաշխումը և սպառողներին մատակարարումը ապահովելու հատկություն է [19]:

ԷԷՀ հոսքային թյունը հիմնականում որոշվում է նրա առանձին տարրերի՝ արտադրող ագրեգատների, տրանսֆորմատորների,

Էլեկտրահաղորդման գծերի և այլն, սխեմայի, ռեժիմների հոլսալի ու թյունից [81]:

Վերականգնվող օբյեկտների, ինչպիսին են էլեկտրաէներգետիկական օբյեկտներն [82] հոլսալի ու թյան քանակական ցուցանիշներից առավել մեծ կիրառություն ունենեն.

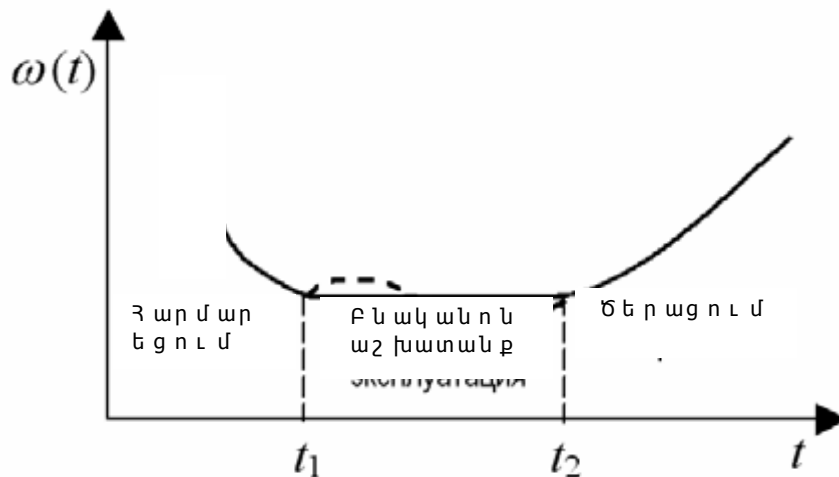
- հրաժարումների հոսքի հարաչափը՝ $\omega(t)$,
- մինչև հրաժարումը միջին ժամանակը՝ $t_{\text{միջ}}$,
- մինչև հրաժարումը գամմա-տոկոսային ժամանակը՝ γ ,
- պատրաստականության գործակիցը՝ $k_{\text{գ}}$,
- պարտավորված կանգառի գործակիցը՝ $k_{\text{գռ}}$,

Շահագործման ժամանակից կախված հոլսալի ու թյան մակարդակի որոշման նպատակով օգտագործվում է հրաժարումների հոսքի հարաչափը, որը միավոր ժամանակում հրաժարված միավորների քանակի հարաբերակցությունն է տվյալ ժամանակահատվածում գործող միավորների ընդհանուր քանակին (հրաժարման հավանականության խտություն) և հաշվարկվում է ստորև բերված բանաձևով.

$$\omega(t) = \frac{n(\Delta t)}{N \Delta t} \quad (4.1)$$

որտեղ՝ $n(\Delta t)$ - հրաժարված միավորների քանակն է $t - \frac{\Delta t}{2}$ -ից մինչև $t + \frac{\Delta t}{2}$ ժամանակահատվածում, N - գործարկված տարրերի քանակը, Δt - դիտարկվող ժամանակահատվածը:

Հրաժարումների հոսքի հարաչափը ժամանակից կախված բավականին բարդ կախվածություն ունի: Հատուկ ուսումնասիրության է արժանի նշված հարաչափի կախվածությունը շահագործման ժամանակից, որի հիման վրա կարելի է առանձնացնել հարմարեցման, բնականոն աշխատանքի և ծերացման ժամանակահատվածները: Նշված կախվածությունը տեսականորեն ունի նկար 4.1-ում բերված կորի տեսքը:



Նկար 4.1 Հրաժարումների հարաչափը՝ ժամանակից կախված

Ծառայությունների ժամկետի առաջին ($0 - t_1$) հատվածում $\omega(t)$ ֆունկցիան ունի նվազող նշանակություն: Այդ փուլի սկզբում հրաժարումների հարաբերական մեծքանակը պայմանավորված է թաքնված թերություններով: Այսպիսի հրաժարումներն վերացվում են գործարկման և կարգաբերման փուլում: Նշված ժամանակահատվածում կորը նվազող տեսք ունի: Այս ժամանակահատվածը անվանում են հարմարեցման ժամանակահատված, որի տևողությունը պայմանավորված է նախագծման, պատրաստման և մոնիտինգի որակով:

Երկրորդ ժամանակահատվածը ($t_1 - t_2$) բնութագրում է նորմալ շահագործման ժամանակահատվածը՝ գործնականում հաստատուն հրաժարումների նտեսսիվությամբ: Հրաժարումների հարաչափերի հոսքն այստեղ որոշվում է պատահական պատճառներով, որոնք, որպես կանոն, արտաքին բնույթի են և կախված չեն շահագործման ժամկետից:

Երրորդ ժամանակահատվածը ($t_2 - t$) բնութագրում է ֆիզիկաքիմիական պրոցեսների արդյունքում անհետադարձ ծերացման հետևանքով հրաժարումների հոսքի հարաչափի աճը: Այս ժամանակահատվածին բնորոշ է հրաժարումների աստիճանաբար աճ, ինչը պայմանավորված է դիտարկվող տարրերի մաշվածությունից ամ ծերացմամբ:

Սարքավորումների փոխարինման նպատակահարմարության վերաբերյալ որոշման կայացումը բարդ գործընթաց է, որն ուղեկցվում է բազմաթիվ անորոշ մոտեքային տվյալներով: Մասնավորապես, սարքավորումների փոխարինման վերաբերյալ որոշման կայացման նպատակով անհրաժեշտ է գնահատել ծառայության մնացորդային ժամկետը, որի հստակ գնահատումն անհնար է:

Խնդրի լուծման նպատակով իրականացվել է սարքավորումների փոխարինման տեսությունն ուսումնասիրությունն՝ գոյություն ունեցող մեթոդների և մոտեցումների գնահատման նպատակով:

4.2 Ե ն եր գ ա հ ամ ակ ար գ ի տ ար ր ե ր ի ծ առ ա յ ու թ յ ա ն մ ն ա գ ո Ր դ ա յ ի ն ժ ամ կ ե տ ի ո Ր ո շ ու մ ը

Էլեկտրաէներգետիկական համակարգի զարգացման երկարաժամկետ պլանավորման ժամանակ հարկավոր է հաշվի առնել որոշ տարրերի ծերացման հանգամանքը և հնարավոր ինսճշգրիտ գնահատել այդ տարրի ծառայության մնացորդային ռեսուրսը: Կախված սարքավորումների վերաբերյալ առկա տեղեկատվությունից կարող են կիրառվել գնահատման տարբեր մեթոդներ: Առավել ճշգրիտ

արդյունքներ հնարավոր է ստանալ
էներգահամակարգի տարրերի ամբողջական
տեխնիկական ուսումնասիրության արդյունքում:
Նշված մեթոդը զգալի ծախսեր է պահանջում, այդիսկ
պատճառով գործնականում կիրառվում է եզակի
դեպքերում [83]:

Սարքավորումների ծերացման ֆիզիկական
գործընթացների վրա հիմնված մնացորդային
ռեսուրսի անհատական կանխատեսման մեթոդները
նույնպես գործնական լայն կիրառություն չեն
գտել կապված աշխատատարության և պատահական
գործընթացների տեսության բարդ մաթեմատիկական
ապարատի կիրառման հետ [84]:

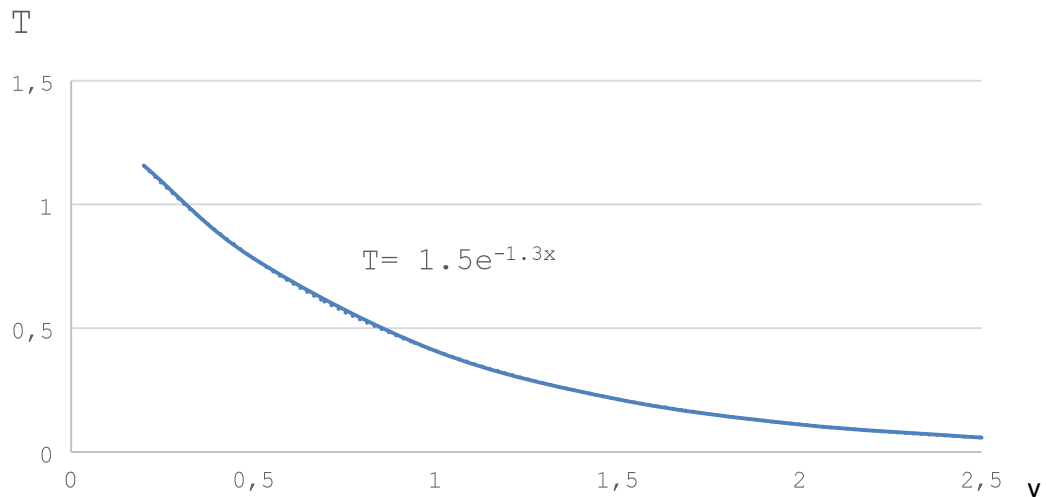
Սահմանափակ տեղեկատվության և գնահատման
ենթակա մեծաքանակ տարրերի առկայության
պայմաններում գնահատման առավել պարզեցված
տեխնոլոգիաների անհրաժեշտություն է առաջացել,
որոնք հնարավորություն կընձեռեն գնահատումն
իրականացնել նվազագույն մոտքային
տեղեկատվության պարագայում [85]: Նշված
պահանջներին բավարարում են գծային կամ
էքսպոնենցիալ մաշվածության մոդելների վրա
հիմնված տեխնոլոգիաները [86]: Հարկ է նշել, որ
այդօրինակ տեխնոլոգիաների հիմքում դրված են
մաշվածության դետերմինիզացված մոդելները և
ծառայության մնացորդային տևողությունը
հաշվարկվում է որպես սարքավորման ծառայության
նորմատիվային ժամկետի և արդյունավետ տարիքի
տարբերություն:

Վերջին տարիներին լայն կիրառություն են
գտել սարքավորումների հոլսալիության
տեսության շրջանակներում տեղ գտած
մեթոդոլոգիայի վրա հիմնված մոտեցումները,
որոնց համաձայն սարքավորման մնացորդային
ժամկետը պատահական մեծություն է, որը հնարավոր

Է նկարագրել միայն հավանական մոդելներով [87] [88] [85]:

Հոլսալիոլթյան հաշվարկներում նշված մոտեցման կիրառությունը հնարավորություն կտա սարքավորման փոխարինման վերաբերյալ որոշման կայացման ընթացքում հաշվի առնել, որ շահագործման փաստացի ժամկետը կարող է զգալիորեն գերազանցել նորմատիվայինը:

Հավանական մեթոդների կիրառմամբ և նվազագույն մոլտքային տեղեկատվության պայմաններում սարքավորման ծառայություն ժամկետի կանխատեսման նպատակով կիրառվում է շահագործման նախորդող ժամանակահատվածի և մնացորդային միջին ժամկետի կախվածություն կորը [89]: Նման կորի օրինակ բերված է նկար 4.2-ում, որտեղ՝ T -ն ծառայություն մնացորդային ժամկետն է՝ ներկայացված հարաբերական միավորներով, և որոշվում է հաշվի առնելով մնացորդային ժամկետի բաշխման խտությունը, իսկ v -ն գնահատման պահին օբյեկտի տարիքն է՝ ներկայացված հարաբերական միավորներով, և որոշվում է շահագործման փաստացի՝ τ , և նորմատիվային՝ τ_0 , ժամկետների հարաբերակցությամբ հետևյալ արտահայտությունով՝ $v = \frac{\tau}{\tau_0}$:



Նկար 4.2 Ծառայողական մնացորդային ժամկետի (Պ) կախվածությունը նախորդող ծառայողական ժամկետից (v):

Ծառայողական մնացորդային ժամկետի կանխատեսման ելակետային տվյալները տարրի շահագործման նորմատիվային և գնահատմանը նախորդող փաստացի ժամկետներն են: Անուղղակիորեն նշված մեթոդում հաշվի են առնվում ծերացման մեխանիզմները, որոնք հաշվի են առնված ծառայողական ժամկետի վարիացիայի գործակցում, որն ընկած է հաշվարկների հիմքում: Նշվածը ապահովում է մեթոդի արդյունավետությունը և հանդիսանում պարզեցված մեթոդների նկատմամբ հիմնական առավելություններին ցմեկը:

Հարկ է նշել, որ մեթոդում կիրառված հաշվարկներում հաշվի է առնվել, որ շահագործման նորմատիվային ժամկետը, որը նշվում է տեխնիկական անձնագրերում և շահագործման փաստաթղթերում, իրենից ներկայացնում է օբյեկտի շահագործման նվազագույն ժամկետ, որի ընթացքում սարքավորումը չի կարող հասնել իր սահմանային նշանակությունը: Սակայն, քանի որ այդպիսի

հնարավորությունը բացառել չի կարելի, ընդունվել է, որ ոչ ավելի, քան 10 % դեպքերում սարքավորումը հանվում է շահագործումից մինչև շահագործման նորմատիվային ժամկետի լրանալը: Պարզ է, որ այդպիսի ենթադրությունների արդյունքում սարքավորման ծառայության ժամկետը, որը դիտարկվում է հետագա հաշվարկներում, գերազանցում է նորմատիվայինը: Միևնույն ժամանակ, տարբեր են նաև ծերացման մեխանիզմները:

Փաստորեն, հաշվարկների արդյունքում բերված կորի ստացման ընթացքում դիտարկված տվյալները նույնպես անորոշություն են պարունակում, որոնց բացասական ազդեցությունը փոխարինման վերաբերյալ որոշման կայացման վրա մեղմելու նպատակով առաջարկվում է դիտարկել ծառայության մնացորդային ժամկետի հաշվարկման հնարավոր սցենարներ: Մասնավորապես, հոռետեսական սցենարում կորի ստացման համար իրականացվող հաշվարկում դիտարկել, որ մինչև շահագործման նորմատիվային ժամկետի լրանալը շահագործումից հանվող սարքավորումների քանակը չի գերազանցում 20%-ը, իսկ լավատեսական սցենարում՝ 5%-ը:

Համաձայն վերը դիտարկված մոդելի բաշխման խտությունն ունի հետևյալ տեսքը.

$$f(t, \kappa, \sigma) = \frac{1}{t\sigma\sqrt{2\pi}} e^{\left(\frac{-(\ln t - \kappa)^2}{2\sigma^2}\right)}, \quad (4.2)$$

$$t > 0, -\infty < \kappa < \infty, \sigma > 0$$

որտեղ՝ τ - ն ծառայության ժամկետն է, τ_0 - ն նորմատիվային ժամկետը, t - վերջինների հարաբերակցությունն է:

t պատահական մեծություն մաթեմատիկական սպասումը՝ T , դիսպերսիան՝ D , և վարիացիայի գործակիցը՝ ρ , որոշվում են հետևյալ արտահայտություններով.

$$T = e^{\kappa + \sigma^2/2} \quad (4.3)$$

$$D = e^{2\kappa + \sigma^2}(e^{\sigma^2} - 1) \quad (4.4)$$

$$\rho = \frac{\sqrt{D}}{T} \quad (4.5)$$

Մեթոդի հեղինակների կողմից վարիացիայի գործակցի որոշման համար հիմք են ընդունվել համապատասխան գրականության ուսումնասիրության արդյունքները [91], [92], [93], [94] որոնք ցույց են տալիս, որ մեքենաների և սարքավորումների համար վարիացիայի գործակիցն ընկած է 0,3-ից 0,4 միջակայքում: Իրականացված հաշվարկներում վարիացիայի գործակիցն ընդունվել է հավասար 0,3-ի:

Սույն բաժնում դիտարկված հոռետեսական և լավատեսական սցենարների համար դիտարկելն է որոշակի θ , որը բնութագրում է միևնույն ժամկետի լրանալը շահագործումից հանվող սարքավորումների քանակը և հոռետեսական սցենարում ընդունում է 0,2 արժեքը, իսկ լավատեսական սցենարում՝ 0,05 արժեքը:

Վարիացիայի գործակցի 0,3 արժեքի և θ նշված մեծություններին դեպքում դիտարկվող սցենարներին համապատասխան ծառայության միջին մնացորդային ժամկետները ներկայացված են ստորև.

Աղյուսակ 4.1

**Ծառայության միջին մնացորդային ժամկետը՝ T ,
և դիսպերսիան՝ D**

Ց ու ց ա ն ի շ ը	Ք ո ճ ե տ ե ս ա կ ա ն ս ց ե ն ա ր	Լ ա վ ա տ ե ս ա կ ա ն ս ց ե ն ա ր
θ	0,2	0,05
T	1,349859	1,716007
D	0.16399	0.26502

Յ ա շ վ ի առ ն ե լ ո վ ն երկայնացված
ենթադրու թյ ու ն ն եր ը և օ գ տ վ ե լ ո վ (4.3)-(4.5)
արտահայտու թյ ու ն ն եր ի ց կարող ենք հաշվարկել
լ ո գ ն ո թ մ ա լ ք ա շ խ մ ա ն ք ն ու թ ա գ թ եր ը՝ κ -ն և σ -ն, որոնք
ք ն ու թ ա գ թ ու մ ե ն օ թ յ ե կ տ ը շ ա հ ա գ ո թ ծ ու մ ի ց դ ու ր ս
թ եր ե լ ու գ ո թ ծ ը ն թ ա ց ի հավանակային
հատկու թյ ու ն ն եր ը :

Այդ նպատակով լ ու ծ ե ն ք հետևյալ
հավասարու թյ ու ն ն եր ի համակարգերը
համապատասխանաբար հոճե տե ս ա կ ա ն և լ ա վ ա տ ե ս ա կ ա ն
ս ց ե ն ա ր ն եր ի համար, որոնց արդյ ու ն ք ն եր ը
ն եր կ ա յ ա ց վ ա ծ ե ն ա դ յ ու ս ա կ 4.2-ու մ :

$$\begin{cases} e^{\kappa+\sigma^2/2} = T_{\text{դր}} \\ e^{2\kappa+\sigma^2}(e^{\sigma^2}-1) = D_{\text{դր}} \end{cases} \quad (4.6)$$

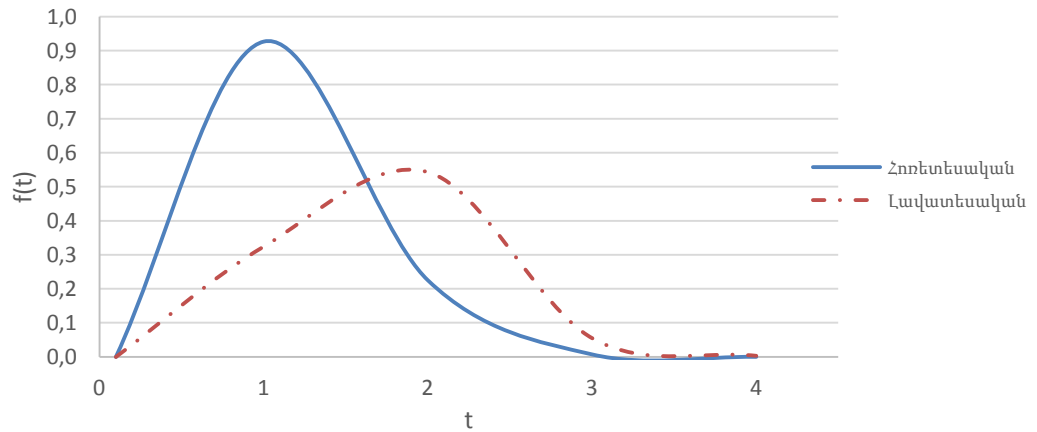
$$\begin{cases} e^{\kappa+\sigma^2/2} = T_{\text{դր}} \\ e^{2\kappa+\sigma^2}(e^{\sigma^2}-1) = D_{\text{դր}} \end{cases} \quad (4.7)$$

Աղյ ու ս ա կ 4.2

Լ ո գ ն ո թ մ ա լ ք ա շ խ մ ա ն ք ն ու թ ա գ թ եր ը

Ք ն ու թ ա գ թ եր ը	Ք ո ճ ե տ ե ս ա կ ա ն ս ց ե ն ա ր	Լ ա վ ա տ ե ս ա կ ա ն ս ց ե ն ա ր
κ	0,256911	0,496911
σ	0,29356	0,29356

Այս դեպքում հոճե տե ս ա կ ա ն և լ ա վ ա տ ե ս ա կ ա ն
ս ց ե ն ա ր ն եր ի համար սարքավորման ծառայ ու թյ ա ն
Ժամկետի ք ա շ խ մ ա ն խտու թյ ու ն ն եր ը կ ու ն ե ն ա ն ն կ ար
4.3-ու մ պատկերված տեսքերը :



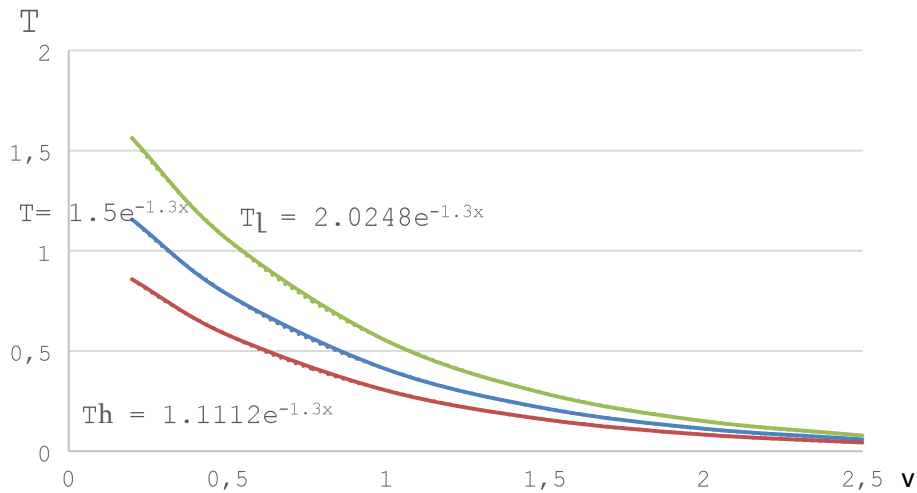
Նկար 4.3 Ծառայողի ժամկետի բաշխման խտությունն ըստ սցենարների

Հաշվի առնելով, որ շահագործման միևնույն պայմանների դեպքում օբյեկտի շահագործման ժամկետի ընթացքում նվազում է դրա ծառայողի մնացորդային արժեքը, գնահատվող օբյեկտի մնացորդային ժամկետի բաշխվածությունը հաշվարկվել է ելնելով հավանականության պայմանական բաշխվածությունից: Լոգարիթմական նորմալ բաշխվածության պայմանական խտությունը, արտահայտված հարաբերական միավորներով, որը բավարարում է այն պայմանին, որ օբյեկտը շահագործվում է մինչև որոշակի τ տարիք, որոշվում է հետևյալ արտահայտությամբ.

$$f(t) \begin{cases} \frac{1}{\sqrt{2\kappa\sigma t}} e^{-\frac{(\log t - \kappa)^2}{2\sigma^2}}, & t > \frac{\tau}{\tau_0} \\ 0, & t \leq \frac{\tau}{\tau_0} \end{cases} \quad (4.8)$$

Ունենալով վերոնշյալ արտահայտությամբ որոշվող ծառայողի մնացորդային ժամկետի բաշխվածությունը և հաշվի առնելով աղյուսակ 4.2-ում ներկայացված բնութագրերը, կարող ենք որոշել ծառայողի մնացորդային ժամկետի միջին մեծությունը հարաբերական միավորներով՝ T -ն, այն դեպքում, երբ օբյեկտը գնահատման պահից

առաջ որոշակի τ ժամանակ շահագործվել է: T -ի շահագործման փաստացի ժամկետից կախված ության որոշումն իրականացվել է նշված բաշխման խտությունը գեներացված պատահական մեծությունների վիճակագրական մոդելավորմամբ: Հաշվարկման արդյունքները ներկայացված են նկար 4.4-ում:



Նկար 4.4 Ճառայ ու թյան մնացորդային ժամկետի (Պ) կախված ու թյանը նախորդող ծառայ ու թյան ժամկետից (v) ըստ սցենարների՝ T_L - լավատեսական սցենար, T_h - հոռետեսական սցենար և T_h հաշվարկային:

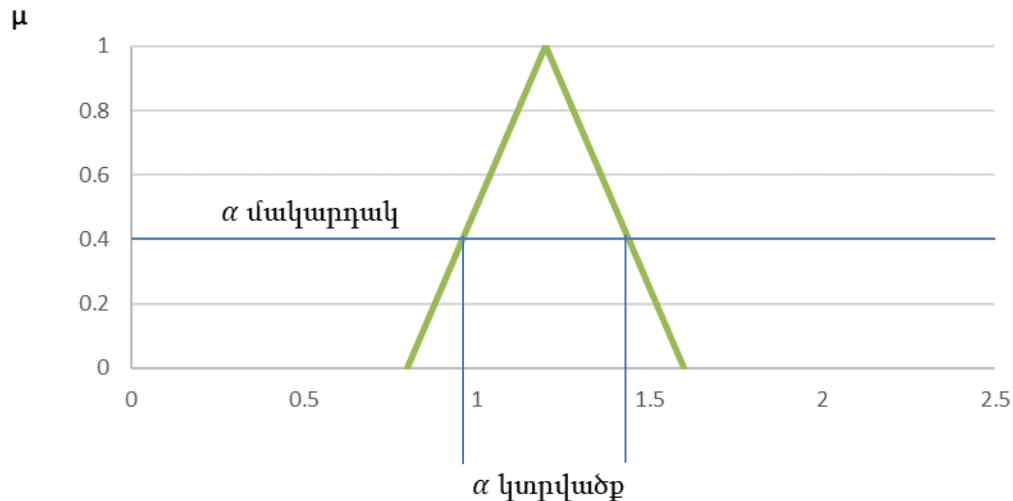
4.3 Էներգահամակարգի տարրերի փոխարինման վերաբերյալ որոշման կայացումը ոչ հստակ բազմությունների տեսություն կիրառմամբ

Էներգահամակարգի տարրերի բնական ու փոխարինման ժամկետի որոշման նպատակով առաջարկվում է կիրառել ոչ հստակ բազմությունների տեսությունը, որտեղ փոփոխականը ստանում են $[0;1]$ միջակայքում իրական արժեքներ և բնութագրվում է պատկանելիության ֆունկցիաներով: Վերջինս նկարագրում է ոչ հստակ բազմության այս կամ այն փոփոխականի

պատկանելիության մակարդակը, այն է անհատական
 չափողականություն, որը ցույց է տալիս տվյալ
 փոփոխականի համապատասխանություն չափը ոչ հստակ
 բազմությունը: Մասնավորապես, տեսություն
 հիմքում դրված է, որ տվյալ բազմությունը կազմող
 տարրերն բազմության համար ընդհանուր
 հատկություններով օժտված են տարբեր չափով, և
 հետևաբար այդ բազմությունը պատկանում են տարբեր
 մակարդակներով: Ունիվերսալ բազմության
 պատահական տարրի պատկանելիության մակարդակը
 ոչ հստակ բազմությունը հաշվարկվում է
 պատկանելիության ֆունկցիայի միջոցով՝ $\mu_A(x)$, որը
 ցույց է տալիս x տարրի պատկանելիության
 մակարդակը A բազմությանը: Այսպիսով, A ոչ հստակ
 բազմություն է կոչվում $A = \{\mu_A(x)/x\}, \mu_A(x) [0; 1]: \mu_A(x) = 0$
 հավասարությունը ցույց է տալիս x տարրի
 պատկանելիության բացակայությունը A
 բազմությանը, իսկ $\mu_A(x) = 1$ հավասարությունը՝ լրիվ
 պատկանելիություն: Ֆունկցիայի արժեքի մեկին
 մոտ լինելը բնութագրում է պատկանելիության
 ավելի բարձր մակարդակ:

Գոյություն ունեն պատկանելիության
 ֆունկցիաների շուրջ տասնյակ տիպային ձևեր,
 որոնցից առավել տարածվածներն են եռանկյունաձև,
 սեղանաձև և գաուսյան պատկանելիության
 ֆունկցիաները: Անորոշության պայմաններում
 կանխատեսվող ռիսկերի քանակական գնահատման
 մեթոդի ընտրությանը նվիրված
 վերլուծություններում օգտագործվում են
 առավել ապես եռանկյուն և գաուսյան [95]
 պատկանելիության ֆունկցիաները: Ստորև
 պատկերված է եռանկյուն պատկանելիության
 ֆունկցիայի տեսքը և $\alpha=0.4$ մակարդակում α կտրվածքը:
 Ոչ հստակ բազմության α կտրվածքը, կամ α մակարդակի

բազմոլթյունը, ունիվերսալ բազմոլթյան հստակ ենթաբազմոլթյուն է, որոնք ունեն α -ից մեծ կամ հավասար պատկանելի ոլթյան մակարդակներ:



Ենթադրենք, որ μ և ν բազմոլթյան ֆունկցիաներն են, որոնք որոշվում են հետևյալ կերպով:

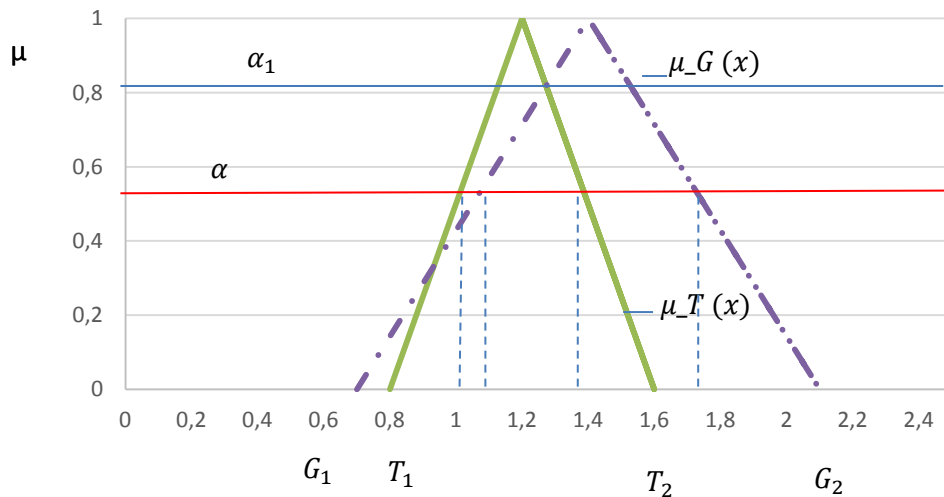
ԵԷՅ տարրերի փոխարինման վերաբերյալ որոշման կայացման նպատակով ոչ հստակ բազմոլթյունների կիրառական միջոցով հնարավորություն է ստեղծվում ստանալ ռիսկերի քանակային հաշվարկման մաթեմատիկական մոդել:

Դիտարկենք այնպիսի դեպք, երբ սարքավորման ծառայողական որևէ i -րդ տարում կատարվում է ծառայողական մնացորդային ժամկետի գնահատում երկու եղանակով՝ 4.2 բաժնում նկարագրված եղանակով և փորձագիտական գնահատման եղանակով, որը հաշվի է առնում շահագործման պայմանների առանձնահատկությունները (բեռնավորվածության մակարդակ, կլիմայական պայմաններ, խափանումների քանակ և այլն): Ինչպես նշվեց բաժին 4.2-ում, սարքավորման աշխատանքի մնացորդային ժամկետը կարող է հաշվարկվել հոռետեսական կամ

լավատեսական սցենարներով: Այս անորոշությունը կարելի է ներկայացնել ոչ հստակ բազմություն միջոցով, որի պատկանելիության ֆունկցիան նշանակենք $\mu_T(x)$: Փորձագետի գնահատականը նույնպես կարող է լինել ոչ հստակ: Այս անորոշությունը նույնպես ներկայացնենք ոչ հստակ բազմության միջոցով, որի պատկանելիության ֆունկցիան նշանակենք $\mu_G(x)$: Առաջանում է սարքավորման ծառայության մնացորդային ժամկետի սխալ գնահատման ռիսկ: Այսպիսի սխալ գնահատումը կբերի սարքավորման բնականոն փոխարինման ժամկետների սխալ պլանավորման, ինչը, իր հերթին, կառաջացնի տեխնիկատնտեսական վնասներ:

Վերջին տարիներին ռիսկերի գնահատման նպատակով առավել մեծ կիրառություն են ստանում ոչ հստակ բազմություններով մոդելները [96], [97], [98] որտեղ, ինչպես նշվեց, ոչ հստակ փոփոխականները բնութագրվում են պատկանելիության ֆունկցիայի՝ $\mu(x)$, միջոցով:

Ոչ հստակ բազմությունների կիրառմամբ մոդելներից առավել արդիական և լայն կիրառություն ունի *V&M* մեթոդը [99]: Մեթոդի էությունը կայանում է հետևյալում: Երկու տարբերակով գնահատումների արդյունքում ստացվում են երկու պատկանելիության ֆունկցիաներ, որոնց մասնավոր դեպքը բերված է ստորև.

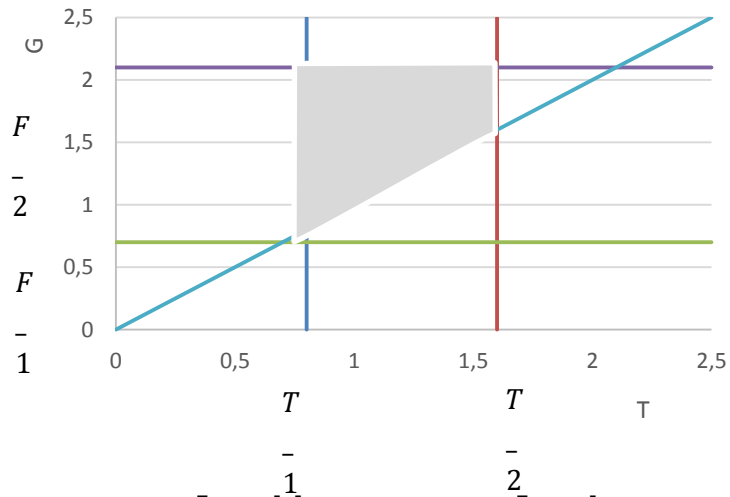


Նկար 4.6 $\mu_T(x), \mu_G(x)$ պատկանելիության ֆունկցիաների հարաբերակցությունը :

Ներկայացված երկու ֆունկցիաների հատման կետի օրդինատը α_1 է: Ընտրվել է կամայական պատկանելիության մակարդակ α և որոշվել են համապատասխան $[T_1, T_2], [G_1, G_2]$ միջակայքերը:

Ենթադրենք, որ որոշում կայացնողը գերակայությունը տալիս է փորձագետի կարծիքին և ուզում է գնահատել փորձագետի կարծիքի վրա հիմնված որոշում կայացնելու ռիսկայնությունը:

Պատկանելիության ֆունկցիաների այնպիսի փոխդասավորության դեպքում, երբ $\alpha > \alpha_1$ և $G_1 > T_2$ միջակայքերը չեն հատվում և վստահությունը, որ մոտեցումն արդյունավետ է միանշանակ է, այդիսկ պատճառով գնահատման սխալի ռիսկը գրո է: Այսպիսով, α_1 մակարդակը բնութագրում է ռիսկի միջակայքի վերին մակարդակը: Իսկ $0 \leq \alpha \leq \alpha_1$ պայմանի դեպքում միջակայքերը հատվում են և առաջանում է ռիսկերի գնահատման անհրաժեշտություն: Ստորև ներկայացված է ոչ արդյունավետ միջակայքը:



Նկար 4.7 Ոչ արդյունավետության տիրույթը:

Նկար 4.7-ում բերված ռիսկային տիրույթը սահմանափակված է $G = G_1, G = G_2, T = T_1, T = T_2, T = G$ կոորդինտներով: $T = G$ հավասարության դեպքում $\alpha = \alpha_1$ և պատկանելիության ֆունկցիաները համընկնում են, այսինքն ռիսկը գրոյական է: $F_{1,2}, G_{1,2}$ ցուցանիշների փոխդասավորություններին կախված ոչ արդյունավետության տիրույթի մակերեսի որոշումը իրականացվում է հետևյալ արտահայտությամբ.

$$S_{\alpha} = \begin{cases} 0, G_2 \leq T_1 \\ \frac{(G_2 - T_1)^2}{2}, G_1 \leq T_1 < G_2 \leq T_2 \\ \frac{(G_1 - T_1) + (G_2 - T_1)}{2} (G_2 - G_1), T_1 \leq G_1 < G_2 \leq T_2 \\ \frac{(G_2 - T_2) + (G_2 - T_1)}{2} (T_2 - T_1), T_1 \leq G_1 < G_2 \leq T_2 \\ (G_2 - G_1)(T_2 - T_1) - \frac{(T_2 - G_1)^2}{2}, T_1 \leq F_1 \leq T_2 \leq G_2 \\ (G_2 - G_1)(T_2 - T_1), T_2 \leq G_1 \end{cases} \quad (4.10)$$

Հաշվի առնելով, որ α տրված մակարդակի վրա (T, G) բոլոր տարբերակները հավասար հավանական են, ապա նախագծի անարդյունավետության մակարդակը՝ $\varphi(\alpha)$, իրենից ներկայացնում է (T, G) կետի նշված տիրույթում հայտնվելու երկրաչափական

հավանականությունը և որոշվում է հետևյալ արտահայտությամբ .

$$\varphi(\alpha) = \frac{S_{\alpha}}{(G_2 - G_1)(T_2 - T_1)} \quad (4.11)$$

որտեղ՝ S_{α} -ն որոշվում է 4.10 բանաձևով :

Արդյունքում, մեթոդի հեղինակների կողմից ստացված արդյունավետ որոշման կայացման ռիսկի մակարդակը որոշող արտահայտությունը ստացել է ստորև բերված տեսքը .

$$V\&M = \int_0^{\alpha_1} \varphi(\alpha) d\alpha \quad (4.12)$$

Խաղերի տեսությունում որոշում կայացնելու հետևանքի քանակական գնահատման համար օգտագործվում է կորուստների \$-նկցիան : Ռիսկի \$-նկցիա են անվանում կորուստների \$-նկցիայի մաթեմատիկական սպասումը, որը որոշվում է հետևյալ արտահայտությամբ .

$$\text{Risk}(u) = \iint L(u, \theta, z) P(z|\theta) W(\theta) dz d\theta \quad (4.9)$$

որտեղ՝ $\text{Risk}(u)$ - u որոշում կայացնելու ռիսկի քանակական գնահատականն է, z - դիտարկումների արդյունքների տվյալներն են, $L(u, \theta, z)$ - կորուստների \$-նկցիան է θ իրադրության դեպքում կայացրած u որոշման ժամանակ, $P(z|\theta)$ - իրատեսականության \$-նկցիան է, որն իրենից ներկայացնում է θ իրադրության ժամանակ z տվյալների հավանականությունը, $W(\theta)$ - հնարավոր θ իրադրությունների հավանականությունների բաշխման խտությունն է :

Դիտարկենք ներկայացված (4.12) արտահայտության ստացումը խաղերի տեսության մեթոդների կիրառմամբ [36], որի նպատակով ուսումնասիրենք այնպիսի իրավիճակներ, որոնք առաջանում են վերոնշյալ օրինակում α -կտրվածքի վրա: Քանի որ ցանկացած θ իրադարձության առաջացումը, այսինքն α -կտրվածքի ցանկացած նշանակության առաջացումը, հավասարապես հավանական է, ինչպես նաև $\alpha_{\min} = \inf_{x \in X} (\mu(x)) = 0$ և $\alpha_{\max} = \sup_{x \in X} (\mu(x)) = 1$, ապակարելի է խոսել $\Theta \sim U[0, 1]$ պատահական մեծության անընդհատ հավասարաչափ բաշխման մասին, որի հավանականությունների բաշխման խտությունը հավասար է $W(\theta) = 1$:

α -կտրվածքների ցանկացած ղեկավարում առաջացած իրադարձություններից յուրաքանչյուրը բնութագրվում է տարրական իրադարձությունների բազմություն $y \in Y$, որը սահմանափակված $L_{T(\alpha)}$, $R_{T(\alpha)}$, $L_{G(\alpha)}$ և $R_{G(\alpha)}$ ՝ որտեղ L և R պատկանելիության ֆունկցիայի աջ և ձախ թևերն են՝ որոշակի α -կտրվածքի ղեկավարում, իսկ n չհստակ $T = (\bar{T}, \lambda_{L_T}, \lambda_{R_T})$ և $G = (\bar{G}, \lambda_{L_G}, \lambda_{R_G})$ թվերը տրված են L - R ներկայացմամբ:

Եթե ցանկացած $y \in Y$ իրադարձության առաջացումը տարրական իրադարձությունների բազմության վրա հավասար հավանական է և ռիսկային գոտու որոշման համար որոշիչ կանոն է ընդունվում $\{z \in Z \subset Y | G \geq T\}$ պայմանը, ապա իրատեսականության ֆունկցիան կարող է հաշվարկվել հավանականության հանրահաշվային որոշմամբ.

$$P(z|\theta) = \frac{S_Z(\alpha)}{S_Y(\alpha)} \quad (4.13)$$

որտեղ՝ $S_Y(\alpha)$ - ն իրենից ներկայացնում է այն պատկերի մակերեսը, որը սահմանափակում է Y տարրական իրադարձությունների տարածությունը,

$S_Z(\alpha)$ - ն այդ պատկերից որոշիչ կանոնին համապատասխան առանձնացված հատվածն է: Այն դեպքում, երբ իբրև կորոլստների ֆունկցիա դիտարկենք Թեյլորի թույլտվության ֆունկցիան [100]՝

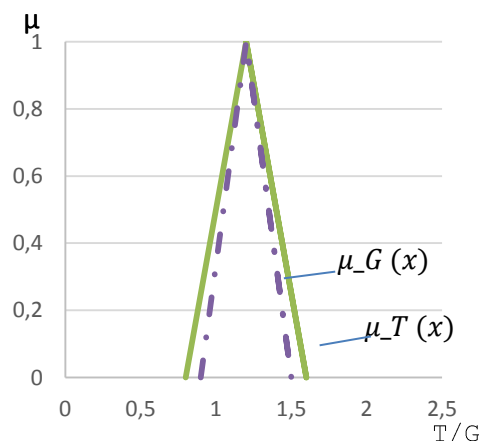
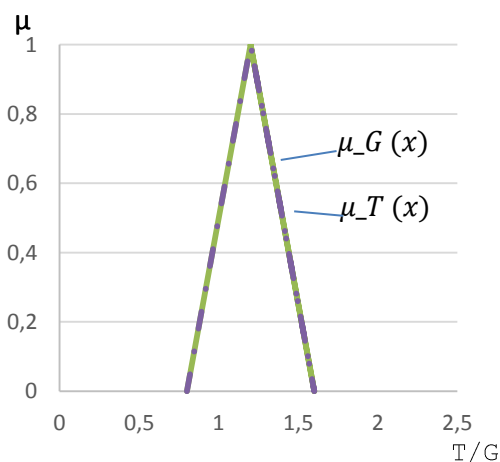
$$L = (u, \theta, z) = \begin{cases} 1, & \forall y \in Z \\ 0, & \forall y \notin Z \end{cases} \quad (4.14)$$

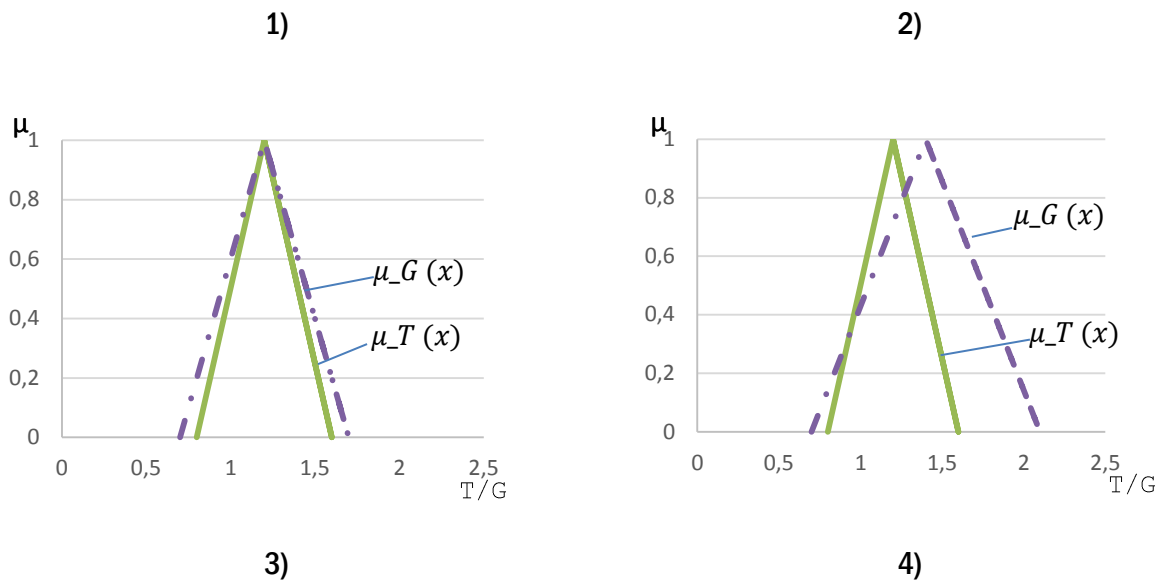
ապա (4.9) բանաձևում նշված արժեքը տեղադրելով արդյունքում կստանանք ռիսկի մակարդակի բանակային գնահատման հետևյալ արտահայտությունը.

$$\text{Risk}(u) = \int_{\theta_{\min}}^{\theta_{\max}} P(z|\theta) d\theta = \int_0^{\alpha_1} \frac{S_Z(\alpha)}{S_Y(\alpha)} d\alpha \quad (4.15)$$

Ստացված (4.15) հավասարումը համապատասխանում է (4.12) հավասարմանը:

Ներկայացված արտահայտության արդյունավետության գնահատման նպատակով դիտարկենք 4.2 բաժնում նկարագրված և փորձագիտական գնահատման եղանակներով ստացված ծառայության i -րդ տարում ծառայության միջին ժամկետի սիմետրիկ պատկանելիության ֆունկցիաների՝ $\mu_T(x)$, $\mu_G(x)$ փոխդասավորության չորս մասնակի դեպքեր, որոնք բերված են նկար 4.8-ում:





Նկար 4.8 $\mu_T(x)$ և $\mu_G(x)$ պատկանելիության ֆունկցիայի փոխադարձ դիրքերը

Նկար 4.8-ի 1-3 ենթապատկերներում $\mu_T(x)$ և $\mu_G(x)$ պատկանելիության ֆունկցիաների ամենահավանական արժեքները՝ միջնակները, համընկնում են, մասնավորապես $\bar{T} = \bar{G} = core(i) = \{x: \mu_i(x) = 1, x \in X, i = T, G\}$, բայց տարբերվում են իրենց կրիչներով՝ $S_i = sup p(i) = \{x: \mu_i(x) > 0, x \in X, i = T, G\}$: Դիտարկենք նկար 4.8-ում բերված պատկանելիության ֆունկցիաները հետևյալ օրինակներին համար.

- 1)-ում՝ $S(T) = S(G)$,
- 2)-ում՝ $S(T) > S(G)$,
- 3)-ում՝ $S(T) < S(G)$:

Եթե ծառայողական միջին ժամկետից շեղման ռիսկերի գնահատումն իրականացնենք (4.15) բանաձևի օգնությամբ, ապա երեք այլընտրանքներից յուրաքանչյուրի համար կստանանք նույն արդյունքը $V \& M_1 = V \& M_2 = V \& M_3 = 0.5$:

Միևնույն ժամանակ, փոխարինման վերաբերյալ որոշում կայացնելու տեսանկյունից խելամիտ ենթադրել, որ $Risk(u)_3 > Risk(u)_1 > Risk(u)_2$, քանի որ

հոռետեսական սցենարում 3) տարբերակում փոխարինման միջին ժամկետն ավելի երկար կլինի փորձագետի կողմից գնահատված ժամկետից $L_{T(0)} > L_{G(0)}$, իսկ 1) տարբերակում՝ $L_{T(0)} = L_{G(0)}$ և վերջապես 2) տարբերակում՝ $L_{T(0)} < L_{G(0)}$:

Որոշում կայացնելու տեսանկյունից առավել խնդրահարույց է 4) տարբերակը, երբ $\bar{T} < \bar{G}$ և $V\&M = 0.79$: Ոչ միանշանակությունը պայմանավորված է այն հանգամանքով, որ այս դեպքում ծառայության միջին ժամկետի 4.2 բաժնում ներկայացված մեթոդով հաշվարկված ժամկետն ավելի երկար է քան փորձագետի գնահատականով ներկայացվածը, այսինքն տեղի ունի $L_{T(0)} > L_{G(0)}$ պայմանը:

Հայտնաբերված թերությունն պատճառը կայանում է թեյլորի ֆունկցիայի ընտրության մեջ, որն ընդունում է 0 կամ 1 դիսկրետ մեծությունները: Նշված թերությունը վերացնելու նպատակով առաջարկվում է կիրառել Տագուտիի միջին կորուստների ֆունկցիան [101], որի արժեքը որակի կորստի գնահատման խնդիրներում որոշվում է հետևյալ արտահայտությամբ.

$$\Phi = \int_{x_1}^{x_2} L(x), f(x) dx \quad (4.16)$$

որտեղ՝ x - որակի ցուցանիշի չափվող արժեքն է, $L(x) = c(x - x_0)^2$ - x կետում Տագուտիի ֆունկցիայի արժեքն է, x_0 - որակի ցուցանիշի նոմինալ նշանակությունն է, c - մասշտաբի գործակիցն է, $f(x)$ - որակի ցուցանիշի բաշխման խտությունն է:

Տագուտիի ֆունկցիան ուսումնասիրվող խնդրին հարմարեցնելու նպատակով կատարենք հետևյալ ենթադրությունները. եթե որպես կորուստների ֆունկցիա ընդունենք որոշում կայացնողի

գղջ ու մը, որն առաջանում է սարքավորման ծառայություն մնացորդային ժամկետի տարբեր եղանակներով սխալ գնահատման արդյունքում, ապա որպես ծառայություն նմինալ ժամկետ նպատակահարմար է ընդունել $x_0 = R_{G(0)} + S(T) = R_{G(0)} + (R_{T(0)} - L_{T(0)})$, որի դեպքում ապահովվում է $L_{T(0)} = R_{G(0)}$ պայմանը:

Քանի որ սարքավորման փոխարինման վերաբերյալ որոշման կայացումն իրականացվում է բազմագործոն ստոխաստիկ անորոշություն պայմաններում, ապա, լրացուցիչ տեղեկատվության բացակայության դեպքում, կարելի ընդունել, որ յուրաքանչյուր արդյունք հավասար հավանական է նունի $f(x) = \frac{1}{R_{T(\alpha)} - L_{T(\alpha)}}$ բաշխման խտություն: Չափի առնելով վերոգրյալը յուրաքանչյուր α -կտրվածքի դեպքում 4.16 արտահայտությունը կարելի է ներկայացնել հետևյալ տեսքով.

$$\begin{aligned}
 \int_{z_{min}}^{z_{max}} L(u, \theta, z) &= \int_{L_{T(\alpha)}}^{R_{T(\alpha)}} c \left((R_{G(0)} + S(T)) - \chi \right)^2 \frac{1}{R_{T(\alpha)} - L_{T(\alpha)}} dx \\
 &= \frac{c}{R_{T(\alpha)} - L_{T(\alpha)}} \int_{L_{T(\alpha)}}^{R_{T(\alpha)}} \left((R_{G(0)} + S(T)) - \chi \right)^2 dx \\
 &= c \left((R_{G(0)} + S(T))^2 - (R_{G(0)} + S(T))(R_{T(\alpha)} + L_{T(\alpha)}) \right. \\
 &\quad \left. + \frac{L_{T(\alpha)}^2 + L_{T(\alpha)}R_{T(\alpha)} + R_{T(\alpha)}^2}{3} \right) \\
 &= c \left(\left(\bar{G} - \bar{T} + \lambda_{R_{G(0)}} + S(T) \right)^2 - \lambda_{L_{T(\alpha)}} \lambda_{R_{T(\alpha)}} \right. \\
 &\quad \left. - \left(\bar{G} - \bar{T} + \lambda_{R_{G(0)}} + S(T) \right) (\lambda_{R_{T(\alpha)}} - \lambda_{L_{T(\alpha)}}) \right. \\
 &\quad \left. + \frac{(\lambda_{R_{T(\alpha)}} + \lambda_{L_{T(\alpha)}})^2}{3} \right)
 \end{aligned} \tag{4.17}$$

Մասշտաբի գործակիցը կարող է որոշվել ելնելով
 և ծվող խնդրի առանձնահատկություններից, ընտրված
 պատկանելիության ֆունկցիայի ոչ հստակ
 բազմություն մոդելի սահմանային մակարդակից,
 որոշում կայացնողի նախապատվություններից և այլն:

Դիտարկենք մասնավոր դեպքեր, երբ $\mu_T(x)$ և $\mu_G(x)$
 պատկանելիության ֆունկցիաները սիմետրիկ
 են առանկյունաձև ֆունկցիաներ են: Հաշվի առնելով, որ
 սիմետրիկ պատկանելիության ֆունկցիաների
 դեպքում տեղի ունի $\lambda_{R_{i(0)}} = \lambda_{L_{i(0)}} = \lambda_{i(0)} = S(i)/2$ 4.17
 արտահայտությունը կընդունի հետևյալ տեսքը.

$$\int_{z_{\min}}^{z_{\max}} L(u, \theta, z) = c \left((\bar{G} - \bar{T} + \lambda_{G(0)} + 2\lambda_{T(0)})^2 + \frac{\lambda_{T(\alpha)}^2}{3} \right) \quad (4.18)$$

Ինչպես նշվեց, պատկանելիության
 ֆունկցիաների միջուկների համընկնման դեպքում
 հավաստիության ֆունկցիան ընդունում էր $P(z|\theta) =$
 $\frac{S_Z(\alpha)}{S_Y(\alpha)} = 0.5$ արժեքը: Որոշենք մասշտաբի գործակիցն
 այնպես, որ պատկանելիության ֆունկցիաների
 համընկնման դեպքում, այն է $\bar{T} = \bar{G}$ և $\lambda_{T(\alpha)} = \lambda_{G(\alpha)}$, ռիսկ
 ֆունկցիան ընդունի որոշակի R նշանակություն:
 Այս դեպքում, հաշվի առնելով 4.18
 արտահայտությունը, 4.9 արտահայտությունը
 կընդունի հետևյալ տեսքը.

$$\begin{aligned} R &= \int_{\theta_{\min}}^{\theta_{\max}} d\theta \int_{z_{\min}}^{z_{\max}} L(u, \theta, z) P(z|\theta) W(\theta) dz \\ &= \int_{\alpha_{\min}}^{\alpha_{\max}} d\alpha \int_{z_{\min}}^{z_{\max}} c \left(9\lambda_{G(0)}^2 + \frac{\lambda_{G(\alpha)}^2}{3} \right) 0.5 dz \\ &= \frac{c}{6} \int_0^1 (27\lambda_{G(0)}^2 + \lambda_{G(\alpha)}^2) d\alpha = \frac{c}{6} \left(27\lambda_{G(0)}^2 + \int_0^1 \lambda_{G(\alpha)}^2 d\alpha \right) \end{aligned} \quad (4.19)$$

որտեղից՝

$$c = \frac{6R}{27\lambda_{G(0)}^2 + \int_0^1 \lambda_{G(\alpha)}^2 d\alpha} \quad (4.20)$$

Ոչ բարդ մաթեմատիկական գործողություններն արդյունքում կարելի է ցույց տալ, որ սիմետրիկ եռանկյունի պատկանելիության ֆունկցիայի դեպքում (4.20) արտահայտության հայտարարում ներկայացված ինտեգրալը հավասար կլինի

$$\int_0^1 \lambda_{G(\alpha)}^2 d\alpha = \frac{\lambda_{G(0)}^2}{3},$$

նչ սահմանափակ կրիչով գառուի ֆունկցիայի դեպքում՝ $\int_0^1 \lambda_{G(\alpha)}^2 d\alpha \rightarrow 0$, իսկ սահմանափակ կրիչով գառուի ֆունկցիայի դեպքում, երբ $\alpha_{\min} = \varepsilon = 0.1$ ՝

$$\int_{\varepsilon}^1 \lambda_{G(\alpha)}^2 d\alpha = \frac{\lambda_{G(0)}^2}{\ln(\varepsilon)} (\varepsilon - \varepsilon \ln(\varepsilon) - 1) :$$

Այսպիսով, փոփոխելով R -ը հնարավոր է մոդելավորել որոշում կայացնողի վերաբերմունքը ռիսկի նկատմամբ: Արդյունքում, եթե ընդունենք.

1. $R = 1$, ապա նկար 4.8-ի 1), 2) և 3) տարբերակներում, ռիսկի ֆունկցիան կընդունի համապատասխանաբար $Risk_1(u) = 1, Risk_2(u) > 1$ և $Risk_3(u) < 1$.
2. $R > 1$, ապա $Risk_2(u) > Risk_1(u) > 1$ և $Risk_3(u) = 1$.
3. $R < 1$, ապա $Risk_2(u) < Risk_1(u) > Risk_1(u) < 1$ և $Risk_3(u) = 1$:

Այսպիսով, (4.9) արտահայտության մեջ Տագուտիի կորստի ֆունկցիայի կիրառությունը հնարավորություն տվեց ոչ միայն հաշվարկել վերջինիս քանակական մեծությունը, այլև տարբերակել նախընտրություններն այլ ընտրանքները:

Հարկ է նշել, որ ընդունելով $R=1$ նկար 4.8 4) տարբերակի համար ռիսկ Φ նկատման կազմում է $Risk_4(u) = 0.89 < 1$:

Այսպիսով, անկախ այն փաստից, որ պատկանելիության Φ նկատման երի միջուկները ունեն $\bar{T} < \bar{G}$ փոխդասավորությունը և $V\&M = 0.79 > 0.5$, սարքավորման փոխարինման վերաբերյալ որոշումը կարող է համարվել ռիսկային:

Արդյունքում պարզ է դառնում, որ առաջարկվող մեթոդի կիրառությունը հնարավորություն է տալիս ոչ միայն գնահատել կորուստների Φ նկատման քանակային մեծությունները, այլև դիտարկել այլ ընտրանքային սցենարներ:

Հաշվի առնելով վերը նշվածը, առաջարկվել է ռիսկերի հաշվարկման նոր մոդել, որում որպես պատկանելիության Φ նկատման դիտարկվել են ասիմետրիկ գաուսյան Φ նկատման երի օրինակներ՝ $\mu_{\Phi}(x)$ և $\mu_G(x)$, որոնց համար տեղի ունեն հետևյալ անհավասարությունները. $\lambda_{L_T(\alpha)} \neq \lambda_{R_T(\alpha)}, \lambda_{L_G(\alpha)} \neq \lambda_{R_G(\alpha)}$:

Ռիսկերի Φ նկատման հաշվարկման համար, նախևառաջ անհրաժեշտ է որոշել մասշտաբի գործակիցը, որի համար դիտարկենք պատկանելիության Φ նկատման այնպիսի փոխդասավորություն, երբ երկու Φ նկատմանը լրիվ համընկնում են, այսինքն տեղի ունեն հետևյալ հավասարությունները. $\bar{T} = \bar{G}$, $\lambda_{R_T(\alpha)} = \lambda_{R_G(\alpha)}$, $\lambda_{L_T(\alpha)} = \lambda_{L_G(\alpha)}$ և օգտվենք հետևյալ արտահայտությունից.

$$L(u, \theta, z) = c \left(\bar{G} - \bar{T} + \lambda_{G(0)} + S(T) \right)^2 - \lambda_{L_T(\alpha)} \lambda_{R_T(\alpha)} - \left(\lambda_{R_T(\alpha)} - \lambda_{L_T(\alpha)} \right) \left(\bar{G} - \bar{T} + \lambda_{R_{G(0)}} + S(T) \right) + \frac{\lambda_{R_T(\alpha)} + \lambda_{L_T(\alpha)}}{3} \quad (4.21)$$

Տարրական գործողություններն արդյունքում 4.21 արտահայտությունը կը նդունի հետևյալ տեսքը .

$$L(u, \theta, z) = c \left(\left(\lambda_{R_{G(0)}} - S(T) \right)^2 - \lambda_{L_{G(\alpha)}} \lambda_{R_{G(\alpha)}} - \left(\lambda_{R_{G(\alpha)}} + S(T) \right) \left(\lambda_{R_{G(\alpha)}} - \lambda_{L_{G(\alpha)}} \right) + \frac{1}{3} \left(\lambda_{L_{G(\alpha)}} + \lambda_{R_{G(\alpha)}} \right)^2 \right) \quad (4.22)$$

Համաձայն 4.19 արտահայտության կստանանք .

$$R = P(z|\theta) c \left(\left(\lambda_{R_{G(0)}} + S(T) \right)^2 (1 - \varepsilon) - \int_{\varepsilon}^1 \lambda_{L_{G(\alpha)}} \lambda_{R_{G(\alpha)}} d\alpha - \left(\lambda_{R_{G(0)}} + S(T) \int_{\varepsilon}^1 \left(\lambda_{R_{G(\alpha)}} - \lambda_{L_{G(\alpha)}} \right) d\alpha + \frac{1}{3} \int_{\varepsilon}^1 \left(\lambda_{L_{G(\alpha)}} + \lambda_{R_{G(\alpha)}} \right)^2 d\alpha \right) \right) w \quad (4.23)$$

4.23 արտահայտությունն ից մասշտաբի գործակցի համար կստանանք .

$$c = \frac{(R_{T(\alpha)} - L_{T(\alpha)})R}{P(z|\theta) \left(\left(\lambda_{R_{G(0)}} + S(T) \right)^2 (1 - \varepsilon) - \int_{\varepsilon}^1 \lambda_{L_{G(\alpha)}} \lambda_{R_{G(\alpha)}} d\alpha - \left(\lambda_{R_{G(0)}} + S(T) \int_{\varepsilon}^1 \left(\lambda_{R_{G(\alpha)}} - \lambda_{L_{G(\alpha)}} \right) d\alpha + \frac{1}{3} \int_{\varepsilon}^1 \left(\lambda_{L_{G(\alpha)}} + \lambda_{R_{G(\alpha)}} \right)^2 d\alpha \right) \right)} \quad (4.24)$$

$$\frac{(R_{T(\alpha)} - L_{T(\alpha)})R}{P(z|\theta) \left(\left(\overline{G} - \overline{T} + \lambda_{R_{T(0)}} \right)^2 \int_{\varepsilon}^1 d\alpha - \int_{\varepsilon}^1 \lambda_{L_{T(\alpha)}} \lambda_{R_{T(\alpha)}} d\alpha - \left(\overline{G} - \overline{T} + \lambda_{R_{T(0)}} \right) \int_{\varepsilon}^1 \left(\lambda_{R_{T(\alpha)}} - \lambda_{L_{T(\alpha)}} \right) d\alpha + \frac{1}{3} \int_{\varepsilon}^1 \left(\lambda_{R_{T(\alpha)}} + \lambda_{L_{T(\alpha)}} \right)^2 d\alpha \right)}$$

Ծանայություն միջին ժամկետի պատկանելիությունն ֆունկցիան գաուսյան չհամընկնող ֆունկցիայի տեսքով ներկայացնելու նպատակով ֆունկցիայի ձախև աջ թևերի համար ստացվում են համապատասխանաբար հետևյալ հավասարությունները .

$$\lambda_{L_{T(\alpha)}} = \frac{2\lambda_1\lambda_2\sqrt{\frac{\ln \alpha}{\ln \varepsilon}}}{(\lambda_2 - \lambda_1)\sqrt{\frac{\ln \alpha}{\ln \varepsilon}} + \lambda_1 + \lambda_2} \quad (4.24)$$

$$\lambda_{R_T(\alpha)} = \frac{-2\lambda_1\lambda_2\sqrt{\frac{\ln \alpha}{\ln \varepsilon}}}{(\lambda_2 - \lambda_1)\sqrt{\frac{\ln \alpha}{\ln \varepsilon}} - (\lambda_1 + \lambda_2)} \quad (4.25)$$

որտեղ՝ λ_1 -ը և λ_2 -ը $\alpha = 0$ մակարդակում λ_L , λ_G մեծություններն են, որոնք բնութագրում են պատկանելիության ֆունկցիայի արժեքի և դրանց միջուկներին՝

$$core(i) = \{x: \mu_i(x) = 1, x \in X, i = T, G\}$$

տարբերությունը:

Արդյունքում ունենում ենք ռիսկերի գնահատման ֆունկցիա [102], որում օգտագործված Տագուտիի ֆունկցիան հնարավորություն է տալիս գնահատել ոչ միայն կորուստների քանակական մեծությունը, այլև փոփոխելով ռիսկի R մեծությունը մոդելավորել որոշում կայացնողի վերաբերմունքը ռիսկի նկատմամբ:

4.4 Սարքավորման ծառայություն մնացորդային ժամկետի գնահատման ռիսկերի հաշվարկ Տագուտիի կորուստի ֆունկցիայի կիրառմամբ ռիսկերի գնահատման մեթոդով

Նախորդ բաժնում ներկայացված մեթոդի գործնական կիրառության նպատակով դիտարկենք բարձր լարման տրանսֆորմատորի փոխարինման վերաբերյալ որոշում կայացնելու ռիսկերի գնահատում:

Համաձայն ուժային տրանսֆորմատորների տեխնիկական անձնագրերի, նորմատիվային ծառայության ժամկետը 25 տարուց ոչ պակաս է՝ այն դեպքում երբ շահագործման ընթացքում ժամանակին փոխարինվել են (նախատեսված լինելու դեպքում)

սարքավորման տարրերը և կոմպլեկտավորողները, որոնք ծառայողական ավելի կարճ ժամկետով են [103], [104]: Մեր օրինակում դիտարկվող տրանսֆորմատորի վերաբերյալ առկա են հետևյալ տվյալները.

Ծառայողական նորմատիվային ժամկետը՝ τ_{Σ} , 25 տարի է

Ընթացիկ տարիքը՝ τ , 20 տարի:

Օգտվելով 4.2 բաժնում ներկայացված մեթոդից և 4.4 նկարում ներկայացված սցենարներից հաշվարկենք տրանսֆորմատորի ծառայողական միջին ժամկետը: Ներկայացված օրինակի համար ծառայողական ժամկետը, արտահայտված հարաբերական միավորներով ունի $v = \frac{\tau}{\tau_{\Sigma}} = \frac{20}{25} = 0.8$ արժեքը:

Նկար 4.4-ում բերված գրաֆիկների օգնությամբ հաշվարկված մնացորդային ծառայողական ժամկետներն հարաբերական միավորներով հետևյալն են. $T_{\Sigma} = 0.4$, $T = 0.5$, $T_{\Sigma} = 0.4$: Այստեղից միջին մնացորդային ժամկետը հաշվարկվում է հարաբերական միավորներով ծառայողական միջին ժամկետի և ծառայողական նորմատիվային ժամկետի արտադրյալով և ներկայացված է աղյուսակ 4.3-ում:

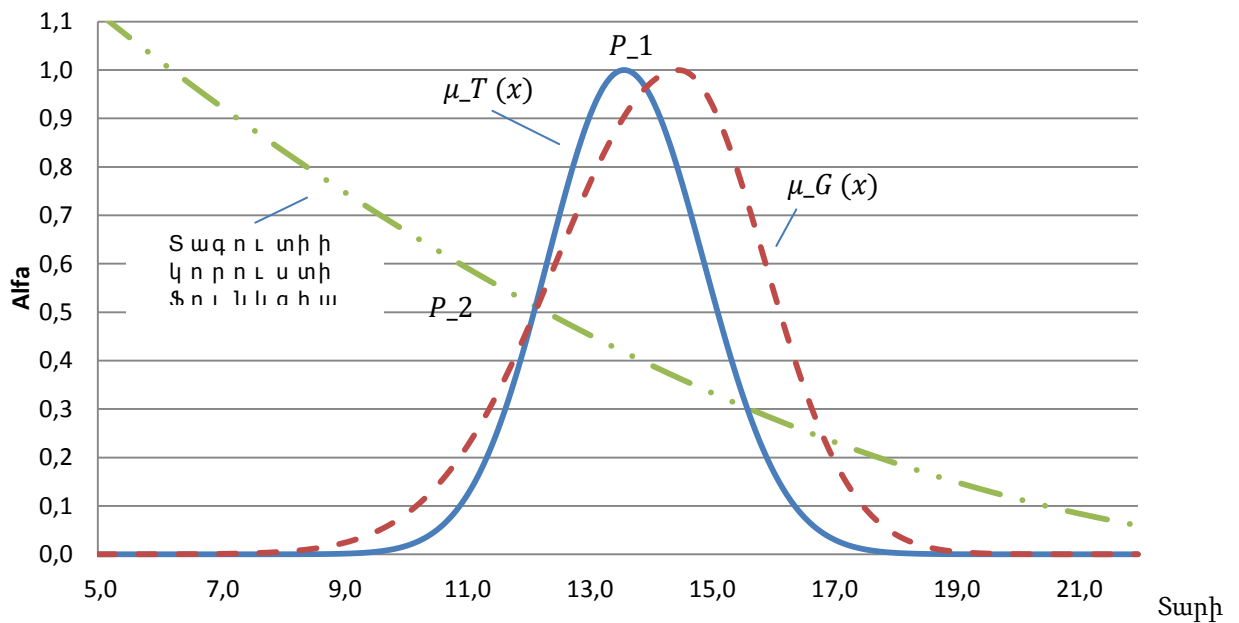
Փորձագետի կողմից իրականացվել է տրանսֆորմատորի շահագործման նախորդ 15 տարիների հոլսալիության բնութագրերի և ներկայիս տեխնիկական վիճակի ուսումնասիրություն և ներկայացված փորձագիտական եզրակացության մեջ նշվել է, ոչ տրանսֆորմատոր տեխնիկատնտեսապես նպատակահարմար շահագործման ժամկետը կարող է կազմել 15-20 տարի՝ կախված ընթացքում պահպանման պայմաններից: Փորձագետի գնահատականը նույնպես ներկայացված է աղյուսակ 4.3-ում [104]:

Աղյուսակ 4.3

Ծառայողական միջին մնացորդային ժամկետի գնահատականներն ըստ եղանակների և սցենարների

№	Գնահատման եղանակները	Հոռետեսական	Բազային	Լավատեսական
1	Վիճակագրական մեթոդով հաշվարկված ծառայողական միջին ժամկետը, տարի	9.8	13.6	17.9
2	Փորձագետի գնահատականը, տարի	8	14.5	19

Հաշվի առնելով Աղյուսակ 4.3-ում ներկայացված տվյալները ըստ գնահատման մեթոդների և սցենարների ծառայողական մնացորդային ժամկետի պատկանելի ության \$ ունկցիաները կունենան հետևյալ տեսքը.



Նկար 4.5 Ճառայ ու թյան մնացորդային ժամկետի որոշման պատկանելիության ֆունկցիաները՝ $\mu_G(x)$ - փորձագիտական գնահատականի հիման վրա, $\mu_T(x)$ - ծառայ ու թյան միջին ժամկետի հաշվարկման մեթոդի հիման վրա:

Ինչպես երևում է նկար 4.5-ից, $\mu_T(x), \mu_G(x)$ ֆունկցիաները հատվում են $P_1(13.9; 0.96)$ և $P_2(12.1; 0.49)$ կետերում: P_1 կետը ռիսկի տիրույթի վերին սահմանն է և $\alpha \geq P_1$ ցանկացած կտրվածքում ռիսկը բացակայում է, իսկ $\varepsilon \leq \alpha < P_1$ տիրույթում ռիսկային իրավիճակ է առաջանում:

Նշված դեպքի համար բաժին 4.3-ում ներկայացված ռիսկերի հաշվարկման մոդելի միջոցով իրականացված հաշվարկների արդյունքում ռիսկի մեծությունը Risk=0.81:

4.5 Եզրակացություն

- մշակվել է էներգահամակարգի տարրերի փոխարինման մոդել, որն հնարավորություն է

տալիս նվազեցնել փոխարինման վերաբերյալ
որոշման կայացման ռիսկը,

- ընդհատակ բազմոլթյունների տեսուչյան
կիրառությունը հնարավորություն է
ստեղծում ստանալու ռիսկերի քանակային
հաշվարկման մաթեմատիկական մոդել և
արդյունավետ որոշում կայացնել տարրերի
փոխարինման վերաբերյալ,
- որոշում կայացնելու քանակական գնահատման
համար թեյլորի և Տագուտիի կորոլստների
ֆունկցիաների կիրառությունը ցույց տվեց, որ
ռիսկի մակարդակի քանակային գնահատման
ընթացքում Տագուտիի կորոլստների
ֆունկցիայի կիրառությունն առավել
արդյունավետ է,
- Տագուտիի կորոլստների ֆունկցիայի
կիրառությունը հնարավորություն է տալիս ընդ
միայն հաշվարկել ռիսկի քանակային
մեծությունը, այլև տարբերակել
նախընտրությունների այլընտրանքները:

Ե Չ Ր Ա Կ Ա Ց ՈՒ Թ Յ ՈՒ Ն

Է Լ Ե Կ տրաէնէրգետիկական համակարգի ռեժիմներին
երկարաժամկետ կանխատեսման ընթացքում
անորոշուելու և գործունի ազդեցությունը
մեղմացնելու և որոշումներին կայացման
գործընթացում ռիսկերը նվազեցնելու նպատակով
ատենախոսություն և մեջ բերված արդյունքներից
կարող ենք կատարել հետևյալ
եզրակացությունները.

- ✓ Է Լ Ե Կ տրաէնէրգիայի պահանջարկի վրա ազդող
գործոններին որոշակի շեղումներին դեպքում
վերջինիս շեղման աստիճանը գնահատելու
նպատակով առաջարկվում է կիրառել պլանավորման
տեսություն և մեթոդաբանությունը.
- ✓ Է Լ Ե Կ տրաէնէրգիայի պահանջարկի վրա դիտարկված
բոլոր տարիներին առավել ազդեցիկ են ՀՆԱ-ի և
մեծամասամբ սպասարկման ոլորտի մասնաբաժնի
հղումային սցենարից շեղումները.
- ✓ Հզորություն պահանջարկի երկարաժամկետ
կանխատեսման նպատակով հնարավոր մեթոդների
համեմատական ուսումնասիրության
արդյունքում ընտրվել է ԱՆՖԻՍ համակարգը, որը
հնարավորություն է տալիս բարդ, ոչ գծային և ոչ
հստակ տվյալների հետ աշխատանքում ապահովել
կանխատեսման բարձր ճշտություն.
- ✓ հզորություն պահանջարկի վրա որոշ գործոններին
ազդեցության կարևորություն վերլուծության
արդյունքները ցույց տվեցին, որ դրանցից
առավել մեծ ազդեցություն ունեն օրվա ժամը և
միջին օրեկան Է Լ Ե Կ տրաէնէրգիայի պահանջարկը`
համապատասխանաբար 0.439 և 0,383, ինչպես նաև արտաքին
օդի ջերմաստիճանը` 0,091, իսկ մյուս

փոփոխականների ազդեցությունները միջինում կազմում են 0,029.

- ✓ հզորություն պահանջարկի վրա ազդեցիկ գործոնների երկարաժամկետ կանխատեսման նպատակով առաջարկվող գործիքների և մոտեցումների կիրառությունն արդյունքում հնարավորություն է ստեղծվել մեղմացնել վերջինների երկարաժամկետ կանխատեսման որոշումները և բավարար ճշտության գնահատել հզորություն պահանջարկի կանխատեսվող մեծությունները.
- ✓ Էլեկտրաէներգետիկական համակարգի ռեժիմների երկարաժամկետ կանխատեսման արդյունքների համաձայն, հաշվի առնելով մոդելավորման ընթացքում ընդունված սահմանափակումներն ՅԱԷԿ-ի նորոգման նպատակով շահագործումից հանված լինելու և նոր ԱԷԿ-ի կառուցման հնարավորությունն բացակայության վերաբերյալ, ՀՀ ներքին պահանջարկի և արտահանման ծավալների ծածկման նպատակով անհրաժեշտ է լրացուցիչ հզորությունների կառուցում, մասնավորապես ՋԷԿ կամ ԱԷԿ, կամ հարևան երկրներից հզորությունների ներմուծում.
- ✓ Էներգահամակարգի տարրերի ծառայության մնացորդային ժամկետի գնահատման մոդելում ոչ հստակ բազմությունների և Տագուտիի կորուստների \$ուսկցիայի կիրառումը հնարավորություն է տալիս մեծացնել որոշման կայացման արդյունավետությունը, նվազեցնել փոխարինման վերաբերյալ որոշման կայացման ռիսկը և ոչ միայն հաշվարկել ռիսկի քանակային մեծությունը, այլ և տարբերակել նախընտրությունների այլ ընտրանքները:

Գ Ր Ա Կ Ա Ն ՈՒ Թ Յ Ա Ն Ց Ա Ն Կ

1. Statistical Review of World Energy 2015 <http://www.bp.com/>
2. Միջազգային էներգետիկ գործակալություն
«Համաշխարհային հիմնական էներգետիկ
վիճակագրություն» տարեկան
հաշվետվություններ <http://www.iea.org/>
3. “BP: прогноз развития мировой энергетики до 2030г.” 2011г.-80 стр.
http://www.bp.com/content/dam/bp-country/ru_ru/folder/Energy_outlook_2030_rus_2011.pdf
4. ԱՄՆ էներգիայի տեղեկատվական վարչություն
«Վերլուծություններ և կանխատեսումներ»
<https://www.eia.gov/>
5. ADB “Country Partnership Strategy: Armenia, 2014–2018” 2014,- 18p.
6. Danish Energy Management «Renewable Energy Roadmap for Armenia» 2011,-42p.
7. World Bank “Scaling up Renewable Energy Program (SREP)”
<http://www.worldbank.org/en/country/armenia/brief/srep>
8. ՀՀ էներգախնայողություն և վերականգնող
էներգետիկայի ազգային ծրագրի կատարման
նկղված ՀՀ կառավարության գործունեության
ծրագիրը /ՀՀ կառավարության 2010 թվականի
նոյեմբերի 4-ի նիստի №43 արձանագրային
որոշում /
9. Вишнякова А.С. Зарубежный опыт реформирования электроэнергетики. 2010.-92 стр.
10. Л. А. Мелентьев Очерки истории отечественной энергетики: развитие научно-технической мысли.
Наука, 1987.-278 с.
11. Беляев Л.С. Комплексные проблемы развития энергетики СССР, 1988.- 288 с.
12. Бенциан Борисович Розин, Валерий Владимирович Кулешов, Институт экономики и организации
промышленного производства (Российская академия наук) Моделирование взаимодействия
многоотраслевых комплексов в системе народного хозяйства, Наука. Сиб. отд-ние, 1992.- 191 с.
13. Anatoliy Swishchuk (University of Calgary, Canada) Modeling and Pricing of Swaps for Financial and
Energy Markets with Stochastic Volatilities, July 2013 328p.
14. Steven Soft “Designing Markets for Electricity”, 2006.-622 p.
15. An Energy Overview of the Republic of Armenia
http://www.geni.org/globalenergy/library/national_energy_grid/armenia/EnergyOverviewofArmenia.shtml

16. ՀՀ օրենքը «Էներգետիկայի մասին» ՀՀ Ազգային ժողով . -2001.-17էջ
17. ՀՀ Էներգետիկայի և բնական պաշարների նախարարությունը <http://www.minenergy.am>
18. ՀՀ օրենքը «Հանրային ծառայությունները կարգավորող մարմնի մասին» ՀՀ Ազգային ժողով .- 2004թ .-8էջ
19. ՀՀ ՀԾԿՀ որոշում 17մայիսի 2017թվականի №161Ն
20. Է. Կարապետյան «Էլեկտրաէներգետիկ համակարգերի զարգացման ծրագրերի իրագործելիությունը գնահատումը կանխատեսումների անորոշության պայմաններում»,ատենախոսություն ,2012.- 113էջ
21. Հայաստանի Հանրապետության Էներգետիկայի բնագավառի մինչև 2010թ. զարգացման միտումների քանակական գնահատումը /ՀՊՃՀ.-Երևան,1999:
22. Նվազագույն ծախսումներով արտադրության պլան /USAID, Hagler Bailly.-2000:
23. Նվազագույն ծախսումներով արտադրության պլան /USAID, PA Consulting Group.-2002.
24. Energy and nuclear power planning study for Armenia /IAEA.-Vienna,2004.-270p.
25. Outlook of Mutually Beneficial Armenian-Iranian joint Projects in the Energy Sector /Niroo Research Institute.-Iran,2008.-396p.
26. Charged Decisions: Difficult Choices in Armenia's Energy Sector/ WB 2011.-118p.
27. Armenian Power Sector Policy Note /WB, 2014.-67p.
28. Final Report: Armenia Least-cost Energy Development Plan/ USAID 2015.-73p.
29. Energy Charter Report. Review of the Investment Climate and Market Structure in the Energy Sector of Armenia. 2015.- <https://energycharter.org/>
30. «Հայաստանի Հանրապետության Էներգետիկ համակարգի երկարաժամկետ (մինչև 2036 թ.) զարգացման ուղիները» ծրագիր /ՀՀ կառավարության 2015 թվականի դեկտեմբերի 10-ի նիստի №54 արձանագրության որոշման հավելված /

31. Содружество независимых государств. Исполнительный комитет Развитие общего электроэнергетического рынка на пространстве СНГ на современном этапе. (информационно-аналитический материал), 2014.-18с.
32. Фонд Евразия “Пути эффективной интеграции энергосистем стран Южного Кавказа”, 2004.-175 стр.
33. ՀՀ հաշվարկի ն ծառայողները յարգազորող հաշվառողները www.psrc.am
34. KfW: https://www.kfw.de/KfW-Group/Newsroom/Latest-News/Pressemitteilungen-Details_249920.html
35. А.Н. Останин, В.П. Тюленев, А.В. Романов, А.А. Петровский; Под общ. ред. А.Н. Останина Применение математических методов и ЭВМ. Планирование и обработка результатов эксперимента: Учеб. пособие/. – Мн. Выш. шк., 1989. – 218 стр.
36. Статья: Т.С, Гнуни “Исследования влияния режимов армянской энергосистемы на величину технических потерь энергии в передающих электросетях”, Энергетика, 2005.-стр.35-42.
37. Рогачев А.Ф., Терелянский П.В., Мелихова Е.В. Эконометрика: Учеб. пособие/ Волгоград: ВолгГТУ, 2016. – 88 с.
38. Большая энциклопедия нефти и газа <http://www.ngpedia.ru/id498075p2.html>
39. Richard G. Lomax, Debbie L. Hahs-Vaughn Statistical Concepts: A Second Course 4th Edition, 2011.- 599 p.
40. ENERGY TECHNOLOGY SYSTEMS ANALYSIS PROGRAM <http://www.iea-etsap.org/web/Markal.asp>
41. International statistics: Compare countries: www.nationmaster.com
42. Համաշխարհային բանկի վիճակագրական տվյալները <http://www.worldbank.org/>
43. Информационная система "Единое окно доступа к образовательным ресурсам" <http://window.edu.ru/resource/438/18438/files/Mtdukm8.pdf>.
44. Веников В.А. Теория подобиия и моделирования, Учебное пособие для вузов. — 2-е изд., доп. и перераб.— М.: Высшая школа, 1976. — 479 с.
- Statistics Online Computational Resource (SOCR) http://www.socr.ucla.edu/applets.dir/f_table.html.
45. Հոդված Գ.Լ. Կոչյան Էլեկտրատեխնիկայի պահանջարկի գագաթնակետային գնահատումը ազդեցիկ գործոններին նկատմամբ, Բանբեր, Հայաստանի ազգային պոլիտեխնիկական համալսարան, Էլեկտրատեխնիկա, Էներգետիկա: Երևան 2016, №2, էջ 66-72
46. Б.И. Макоклюев Анализ и планирование электропотребления, М.: Энергоатомиздат, 2008.- 296.

47. П.И. Головкин. Энергосистема и потребители электрической энергии, М. Энергия. 1979, стр. 368 с.
48. Крумм Л.А. Методы оптимизации при управлении электроэнергетическими системами. Новосибирск: Наука, 1980, 317 с.
49. Vincenzo Bianco Analysis of Energy Systems: Management, Planning and Policy, CRC Press, May 12, 2017 - Science - 310 pages
50. Статья Т.С. Гнуни
51. Шумилова Г.П., Готман Н.Э., Старцева Т.Б. Краткосрочное прогнозирование электрических нагрузок с использованием искусственных нейронных сетей // Электричество. - 1999. - № 10. - С. 6-12.
52. Статья А.И. Хасимов, Е.А. Третьякова Прогнозирование потребления электроэнергии на основе показателей экономического развития региона, Актуальные проблемы экономики и права, 2011 г. №2
53. Бэнн Д. В., Фармер Е. Д. Сравнительные модели прогнозирования электрической нагрузки/ Фармер Е. Д., Бэнн, Д. В. – М.: Энергоатомиздат, 1987. – 200 с.
54. Новые информационные технологии в задачах оперативного управления электроэнергетическими системами / Н.А.Манов, Ю.Я.Чукреев, М.И., Успенский, Г.П.Шумилова и др. О Екатеринбург: УрО РАН, 2002. - 205с.
55. K. Kandananond, "Forecasting Electricity Demand in Thailand with an Artificial Neural Network Approach," *Energies*, vol. 4, no. 12, pp. 1246–1257, Aug. 2011
56. B. Goh, "Forecasting residential construction demand in Singapore: a comparative study of the accuracy of time series, regression and artificial neural network techniques," *Eng. Constr. Archit. Manag.*, vol. 5, no. 3, pp. 261–275, 1998.
57. Статья: А.В. Соломикин Краткосрочное прогнозирование потребления электроэнергии с помощью нейросетевых моделей, 2008, стр. 5
58. Journal of Mathematics and Statistics 7(4).M. Mordjaoui, B boudjema. Forecasting and modelling eelectricity demand using ANFIS predictor, p 275-281
59. O. Dragomir, F. Dragomir, R. Gouriveau, E. Minca. Medium term load forecasting using ANFIS predictor, 2010, p 6,
60. Khotanzada AM, Davis H, Abaye A, Maratukulam DJ. "An artificial neural network hourly temperature forecaster with applications in load forecasting". *IEEE Trans Power Syst* 1996; 11(2): 870–6.
61. Jang, J.S.R. ANFIS: Adaptive Network-based Fuzzy Inference System. *IEEE Trans. Syst. Man Cybern.* 1993, 23, 665–685.

62. A Comparative Study of Neural Networks and ANFIS for Forecasting Attendance Rate of Soccer Games, Mathematical and Computational Applications <https://www.mdpi.com/journal/mca>
63. Takagi, T.; Sugeno, M. Derivation of Fuzzy Control Rules from Human Operator's Control Actions. In Proceedings of the IFAC Conference on Fuzzy Information, Marseille, France, 19–21 July 1983; pp. 55–60.
64. Научная сессия МИФИ–2005. VII Всероссийская научно-техническая конференция «НЕЙРОИНФОРМАТИКА–2005»: Лекции по нейроинформатике. – М.: МИФИ, 2005. – 214 с.
65. L. Ghods and M. Kalantar Different Methods of Long-Term Electric Load Demand Forecasting; A Comprehensive Review, 11p.
66. Advanced Neural Networks www.wardsystems.com/predictor.asp
67. Հայաստանի հիդրոոդերևույթային և մոնիտորինգի պետական ծառայությունը (ՀԱՅԴԵՏՀԻԴՐՈՄԵՏ) պետական չառնությունը <http://www.mes.am/hy/>.
68. Հայաստանի իրավական տեղեկատվական համակարգ <http://www.arlis.am/>
69. Sunrise/Sunset Algorithm http://williams.best.vwh.net/sunrise_sunset_example.htm.
70. Supervisory control and data acquisition (SCADA) system <http://www.promsoftsystems.ru/articles/scada.html>,
71. Fuzzy Logic Toolbox. User's Guide https://www.mathworks.com/help/pdf_doc/fuzzy/fuzzy.pdf
72. MATLAB® <http://www.mathworks.com/>
73. Hadi SadoghiYazdiaS.E.HosseiniMehri SadoghiYazdic Neuro-fuzzy based constraint programming, Applied Mathematical Modelling, Volume 34, Issue 11, November 2010, Pages 3547-3559
74. ՀՀ ազգային վիճակագրական ծառայությունը <http://www.armstat.am/>
75. Ермаков С. М. Метод Монте-Карло и смежные вопросы / С. М. Ермаков. – М. : Наука, 1971. – 327 с.
76. Curve Fitting Toolbox. User's Guide https://www.mathworks.com/help/pdf_doc/curvefit/curvefit.pdf
77. Погода-прогноз, статистика <http://greece.pogoda360.ru/222416/avg/>
78. Microsoft Office Excel ծրագրային փաթեթ <https://www.office.com>
79. David M. Lane Introduction to Normal Distributions http://onlinestatbook.com/2/normal_distribution/intro.html
80. GT MAX – Smart Energy Institute <https://www.gtmax.org/gtmax-overview.html>

81. Фокин Ю.А., Туфанов В.А. Оценка надежности систем электроснабжения. М.: Энергоиздат, 1981. – 224 с.
82. Розанов М. Н. Надежность электроэнергетических систем. М.: Энергоатомиздат, 1984. -- 200 с.
83. Надежность и эффективность в технике. Справочник в 10 томах, М., «Машиностроение», 1987, 351с.
84. В.В. Болотин, Прогнозирование ресурса машин и конструкций. – М.; «Машиностроение», 1984, - 312 с., Лейфер Л.А. Методы прогнозирования остаточного ресурса машин и их программное обеспечение – М.: «Знание», 1988, - 60 с.
85. Ковалев А.П., Курова Е.В. Массовая оценка оборудования: методика и проблемы // Вопросы оценки. 2003. №№ 1, 2.
86. Андрианов Ю.В., Юдина В. Систематизация методов расчета при оценке машин и оборудования
87. Решетов Д.Н., Иванов А.С., Фадеев В.З. Надежность машин, М., Изд – во «Высшая школа» 1988, - 238 с.
88. Шинкевич О.К. «Проблемы определения среднего срока службы оборудования» Тезисы доклада. Материалы научной конференции молодых ученых и студентов «Инновации в экономике – 2007» М.: ИЦ МГТУ «Станкин», 2007. – с.21-25
89. Лейфер Л.А., Разживина В.С., Вероятностное описание характеристик усталости на основе распределения Кептейна, в кн.: Точность и надежность механических систем. Исследование деградации машин. Рига, 1988. с.73- 91.
90. Лейфер Лев Абрамович, Кашникова Полина Михайловна, 2007, Он-лайн библиотека оценщиков LABRATE.RU, 2002–2007.
91. Надежность и эффективность в технике. Справочник в 10 томах, М., «Машиностроение», 1987, 351с.
92. В.В. Болотин, Прогнозирование ресурса машин и конструкций. – М.; «Машиностроение», 1984, - 312 с.
93. Лейфер Л.А. Методы прогнозирования остаточного ресурса машин и их программное обеспечение – М.: «Знание», 1988, - 60 с.
94. Решетов Д.Н., Иванов А.С., Фадеев В.З. Надежность машин, М., Изд – во «Высшая школа» 1988, - 238 с.
95. Fuzzy Logic - Membership Function https://www.tutorialspoint.com/fuzzy_logic/fuzzy_logic_membership_function.htm
96. Непомнящий Е.Г. Инвестиционное проектирование: Учебное пособие.-Таганрог: Изд-во ТРТУ, 2003.-262 с.;
97. Дубров А.М., Лагоша Б.И., Хрусталева Е.Ю. Моделирование рискованных ситуаций в экономике и бизнесе: Учебное пособие /Под ред. Б.А. Лагоши.-М: Финансы и статистика, 2000.-176с.;
98. Buckley J. The Fuzzy Mathematics of Finance// Fuzzy Sets & Systems.-1987.-№21.
99. Недосекин А.О. “Методологические основы моделирования финансовой деятельности с использованием нечетко-множественных описаний”, диссертация на соискание ученой степени доктора экономических наук, Санкт-Петербург 2003, 280 с.
100. Конев В.В. Математический Анализ. Учебное пособие. – Томск. Изд ТПУ. 2008.- 123с.

101. Efimov V.V. Quality Loss and Variability Reduction on the Completed Components. -Ulyanovsk: Publishing house UI.GTU, 2011. -61p., Donald J. Wheeler, David S. Chambers. Understanding Statistical Process Control: translated from English. -M.: Alpina business books, 2009. -310p.
102. S.U. Գնումն ի, Գ.Լ. Կոլյան Էներգահամակարգի տարրերի ծառայություն մնացորդային ժամկետի որոշումը անորոշումն պայմաններում ՀՀ ԳԱԱ Տեղեկագիր: Տեխնիկական գիտություններ, 2018 71 (3), էջ 290-299.
103. Технический паспорт, трансформаторы силовые ТМ, ТМГ, ТМЭ, ТМЭГ, ТМБГ, ТМСУ, ТМГСУ, http://www.mitek.spb.ru/files/pasport_tmg_1351076945.pdf
104. Статья: Осотов В.Н., к.т.н, Особенности оценки состояния силовых трансформаторов с большим сроком службы. С.-6 http://megaom.ucoz.ru/normativ/vv_oborudovanie/statja_osobennosti_ocenki_sostojanija_silovykh_tra.pdf.

ՀԱՎԵԼ ՎԱՃՆԵՐ

https://drive.google.com/open?id=1_IPGy81DE08GNe_egurybj7GkBnK8Wy