

ԵՐԵՎԱՆԻ ՊԵՏԱԿԱՆ ՀԱՄԱԼՍԱՐԱՆ

Վեհանուշ Սամվելի Մարուխյան

**ՄԱՏԱԿԱՐԱՐՄԱՆ ՇՂԹԱՅԻ ՍՏՈՒԱՍՏԻԿ ՄՈԴԵԼԱՎՈՐՄԱՆ
ՀԻՄՆԱԽՆԴԻՐՆԵՐԸ (ՀՀ ԷՆԵՐԳԵՏԻԿԱՅԻ ՕՐԻՆԱԿՈՎ)**

**Ը.00.08 --«Մաթեմատիկական տնտեսագիտություն» մասնագիտությամբ
տնտեսագիտության թեկնածուի գիտական աստիճանի հայցման**

ԱՏԵՆԱԽՈՍՈՒԹՅՈՒՆ

**Գիտական ղեկավար՝
Ֆիզիկա-մաթեմատիկական գիտությունների թեկնածու, դոցենտ
ԱՇՈՏ ՎԱՋՐԻԿԻ ԿԱԿՈՍՅԱՆ**

**Երևան
2016**

Բովանդակություն

Ներածություն.....	3
Գլուխ 1: Մատակարարման շղթաների մոդելավորման հիմնախնդիրները և կիրառությունները էներգետիկայի ոլորտում	10
1.1 Մատակարարման շղթան և կառավարումը	10
1.2 Մատակարարման շղթայի մոդելները և դասակարգումը	20
1.3 Մատակարարման շղթաների կորորդինացման ստոխաստիկ մոդելավորումը...	30
1.4 Մատակարարման շղթայի կիրառությունը էլեկտրաէներգետիկայում	34
Գլուխ 2: ՀՀ էլեկտրաէներգետիկական և տարածաշրջանային շուկաների կառուցվածքն ու մասնակիցները.....	39
2.1.Միջազգային էլեկտրաէներգետիկական շուկաների ընդհանուր նկարագիրը...	40
2.2 Տարածաշրջանային (Ադրբեջան, Վրաստան) էներգետիկական շուկաների առաձնահատկությունները.....	49
2.2 ՀՀ էներգետիկ ոլորտի ընդհանուր նկարագիրը.....	53
2.3 էներգետիկայի շուկաներում առաջացող անորոշությունները	66
Գլուխ 3: ՀՀ էներգետիկայի ոլորտում մատակարարման շղթայի ստոխաստիկ մոդելավորումը.....	72
3.1 ՀՀ էլեկտրաէներգետիկական շուկայի մատակարարման շղթայի կառուցվածքն և մասնակիցները.....	73
3.2 ՀՀ էլեկտրաէներգետիկական շուկայի մասնակիցների վարքի վերլուծությունը մատակարարման շղթայում	79
3.2.1 Արտադրող կայանների վարքագծի վերլուծություն.....	79
3.2.2 Մատակարարի վարքի վերլուծությունը էլեկտրաէներգետիկական ՄՇ-ում: .	90
3.2.3. Սպառողի վարքի նկարագրությունը	96
3.3 ՀՀ-ում էլեկտրաէներգիայի սպառման գնահատումը դասական և ոչ հստակ ռեգրեսիոն վերլուծության միջոցով.....	99
3.3.1 ՀՀ-ում էլեկտրաէներգիայի նկատմամբ պահանջարկի գնահատում	99

3.3.2 ՀՀ-ի էլեկտրաէներգիայի սպառման գնահատումը ոչ հստակ ռեգրեսիոն վերլուծության միջոցով.....	107
3.4 Մատակարարման շղթայի հավասարակշռությունը որոշակի և անորոշ պահանջարկների դեպքում	116
Եզրակացություն	126
Օգտագործված գրականության ցանկ	129
Հավելված 1	
Հավելված 2	
Հավելված 3	

Ներածություն

Արենախոսության թեմայի արդիականությունը: Էներգետիկայի ոլորտը տնտեսության այն առանցքային ճյուղերից է, որը համակարգում է երկրի տնտեսական գործունեությունը: Էներգետիկայի դերը նշանակալի է հասարակական անվտանգության ապահովման, սոցիալական քաղաքականության իրականացման և տնտեսական զարգացման ապահովման գործընթացներում: Էներգետիկայի ոլորտում իրականացվող բարեփոխումների ժամանակակից պայմաններում ի հայտ են գալիս տեխնիկական, ֆինանսական, կազմակերպական և էկոլոգիական խնդիրներ, որոնց համակարգումը և լուծումը հիմք են հանդիսանում էներգակառավարման նոր ստրատեգիաների մշակման համար: Էներգիայի մատակարարումը և սպառումը իրենցից ներկայացնում են ինտեգրված հոսքային գործընթացներ, որոնք կարելի է ներկայացնել հաջորդական տրամաբանական շղթայի միջոցով:

Դինամիկ զարգացող ժամանակակից շուկայական միջավայրում էներգահամակարգը կազմող ընկերությունների խնդիրն է ոչ միայն հումքային, ֆինանսական և տեղեկատվական հոսքերի օպտիմացումը, այլ նաև դրանց ժամանակին վերահսկումը: Հետևաբար անհրաժեշտություն է առաջանում համապատասխան մոդելների, մեթոդների և մեխանիզմների մշակման համար, ինչը հնարավորություն կտան արդյունավետ կառավարել էներգետիկ հոսքերը՝ ներքին և արտաքին միջավայրի փոփոխություններին համապատասխան: Նման գործիքներից է մատակարարման շղթաների միջոցով էներգահամակարգի հոսքերի ներկայացումը: Մատակարարման շղթայի կառավարումը կարելի է նկարագրել որպես լոգիստիկայի ընդարձակում, որտեղ ապրանքների և ծառայությունների հոսքերը համաձայնեցվում են ինչպես ձեռնարկության ներքին գործառույթների (մարքեթինգ ֆինանսներ, տեխնիկա, տեղեկատվական համակարգեր և այլ գործառույթներ), այնպես էլ մատակարարների և սպառողների միջև, որի հիմնական նպատակն է ուսումնասիրել և կառավարել ՄՇ-ի հանգույցները կազմող ընկերությունների օպտիմալ վարքը, նվազեցնել շղթայի ծախսերը և բարելավել հաճախորդների սպասարկումը:

ՀՀ-ի անկախացումից հետո, Լեռնային Ղարաբաղում տիրող քաղաքական իրավիճակը, բլոկադան և մասնավորապես գազամատակարարման ընդհատումները հանգեցրին երկրում էներգետիկական ճգնաժամի, որի հաղթահարմանը արմատապես նպաստեցին էներգահամակարգի կառուցվածքային փոփոխությունները: Փուլային բարեփոխումները նշանակալի ազդեցություն ունեցան էներգահամակարգի գործունեության վրա, որի արդյունքում անցում կատարվեց առաջարկակենտրոն համակարգից դեպի պահանջարկակենտրոն համակարգի:

ՀՀ-ում էներգակիրների մեծ մասը ներմուծվում է, որը երկիրը դարձնում է խոցելի, մասնավորապես վճարունակության խնդիրներ է առաջացնում սպառողների մոտ: Նման իրավիճակում հաշվի առնելով նաև առաջարկի և պահանջարկի միջև աճող տարբերությունները՝ բավականին մեծանում է էներգահամակարգի ստրատեգիական պլանավորման անհրաժեշտությունը[2, էջ 10]: Էներգակիրներից բնական գազի գինը 2003թ-ից մինչև 2013թ աճել է ավելի քան եռակի անգամ¹ և հաջորդ տաս տարիների ընթացքում նույնպես սպասվում է գների աճ, որը պայմանավորվում է Ռուսաստանում բնական գազի ներքին գների բարձրացմամբ և ԱՄՆ դոլարի գնաճով, ինչն էլ կանդրադառնա էլեկտրաէներգիայի արտադրության վրա: Էներգետիկայի նկատմամբ պահանջարկը վերջին տաս տարիների ընթացքում նույնպես աճել է տարեկան միջինը 4 տոկոսով և ապագայում սպասվում է տարեկան 2 տոկոս աճ [17, էջ 1,2]: Փաստորեն, հաշվի առնելով հնացած արտադրական հնարավորությունները և աճող պահանջարկը, Հայաստանում հնարավոր է առաջանա առաջարկի խոշոր ճեղքվածք, մասնավորապես պիկային հատվածներում պահանջարկը բավարարելու համար:

Այսպիսով, ատենախոսության թեմայի արդիականությունը պայմանավորված է վերոնշյալ փաստարկներով, որոնք պահանջում են մանրամասն և գիտականորեն հիմնավորված ուսումնասիրություն ու վերլուծություն, ինչը հնարավորություն կտա բարձրացնել էներգահամակարգի տնտեսական կառավարման արդյունավետությունը և մատակարարման հուսալիությունը:

¹ Բնական գազի մ³-ի համար միջին սակագինը 2003թ-ին կազմել է 51 դրամ, իսկ 2013 թվականին այն կազմում է 156 դրամ ամսական մինչև 10,0 հազար խորանարդ մետր սպառում ունեցող սպառողների համար <http://armstat.am/file/doc/621.pdf>, էջ 438

Ատենախոսության նպատակը և խնդիրները: Ատենախոսության նպատակն է ՀՀ-ի էներգետիկայի ոլորտի ազատականացման և մասնավորեցման պայմաններում, զարգացող երկրներին բնորոշ էներգետիկական շուկայի կայունության դեպքում ՀՀ-ի էլեկտրաէներգետիկական շուկայի՝ որպես մատակարարման շղթայի ներկայացումը, շղթայի կառավարման մեխանիզմների հետազոտությունը և հավասարակշռության ստացումը անորոշության պայմաններում: Նշված նպատակների իրագործման համար ատենախոսության մեջ առաջադրվել և լուծվել են հետևյալ խնդիրները.

- հետազոտվել են էլեկտրաէներգետիկական շուկայի կառուցվածքը, շուկայի մասնակիցների միջև հարաբերությունները, որոնք ներկայացվել են մատակարարման շղթայի միջոցով,
- գնահատվել է էլեկտրաէներգիայի արտադրության դինամիկան և ամսական կտրվածքով որոշվել են Երևանի և Հրազդանի ԶԷԿ-երի կողմից միաժամանակյա արտադրության այն ծավալները, որոնց դեպքում ջերմակայանները ստանում են առավելագույն շահույթ,
- կառուցվել է էլեկտրաէներգիայի մատակարարի՝ ՀԷՑ-ի շահույթի օպտիմացման խնդիրը, գնահատվել են ՀԷՑ-ի ծախսերի ֆունկցիան և սպասվող շահույթի օպտիմացման համար անհրաժեշտ պայմանները,
- գնահատվել է էլեկտրաէներգիայի նկատմամբ պահանջարկը բնակչության և արդյունաբերության կողմից էկոնոմետրիկ մոդելների միջոցով, որի արդյունքում ստացվել են էլեկտրաէներգիայի սպառման դինամիկ մոդելներ կարճաժամկետ հատվածում կանխատեսումներ կատարելու համար,
- կիրառվել է ոչ հստակ բազմությունների տեսությունը էլեկտրաէներգիայի պահանջարկը անորոշության պայմաններում գնահատելու համար, որի արդյունքում գնահատվել է բնական գազի սակագներից և տարվա եղանակից կախված սեզոնային պահանջարկը,
- ձևակերպվել են ՀՀ էլեկտրաէներգետիկական մատակարարման շղթայի հավասարակշռության պայմանները, մշակվել է օպտիմացման մոդել, որի արդյունքում որոշվել է էլեկտրաէներգիայի այն հոսքը, որը նվազագույնի է հասցնում շղթայում սպասվող կորուստները,

- ստացվել են շղթայի հավասարակշռության պայամանները ինչպես էլեկտրաէներգիայի որոշակի, այնպես էլ անորոշ պահանջարկի դեպքում:

Ատենախոսության օբյեկտը և առարկան: Ատենախոսության օբյեկտը ՀՀ-ի էներգետիկայի ոլորտն է, իսկ առարկան՝ մատակարարման շղթայի ստոխաստիկ մոդելավորումը և կիրառումը ՀՀ էներգետիկայի ոլորտում:

Ատենախոսության տեսամեթոդաբանական և տեղեկատվական հիմքերը: Հետազոտության մեջ առաջադրված խնդիրների լուծման համար տեսական հիմք են հանդիսացել դասական տնտեսագետների, հայրենական և արտասահմանյան հեղինակների աշխատությունները: Ուսումնասիրվել են նաև բազմաթիվ փաստաթղթեր և վերլուծական նյութեր ՀՀ էներգետիկայի ոլորտի կարգավորման դաշտի, էներգետիկայի ոլորտում մատակարարման շղթաների կառավարման մոտեցումների հետ կապված:

Հետազոտության համար տեղեկատվական հիմք են հանդիսացել ՀՀ Հանրային ծառայությունները կարգավորող հանձնաժողովի տարեկան, եռամսյակային և ամսական հաշվետվությունները, ՀՀ էներգետիկայի և Բնական պաշարների նախարարության, ՀՀ ԿԲ և Ազգային Վիճակագրական ծառայության տվյալները, Համաշխարհային բանկի տվյալները: Ատենախոսությունում կիրառվել են էկոնոմետրիկ, ոչ հստակ բազմությունների տեսության, վիճակագրական, գործոնային, համեմատական, համակարգային վերլուծությունների և աղյուսակների մեթոդներ:

Ատենախոսության հիմնական գիտական արդյունքները և նորույթը: Ատենախոսությունում իրականացված ուսումնասիրությունների և վերլուծությունների հիման վրա ստացվել են մեթոդական և տեսագործական նշանակության մի շարք արդյունքներ, որոնցից գիտական նորույթն արտացոլող հիմնական դրույթները ներկայացված են ստորև.

- առաջադրվել է ՀՀ-ի էլեկտրաէներգետիկական համակարգի բեռնվածքի պլանավորման նոր մոտեցում մատակարարման շղթայի համատեքստում՝ էլեկտրաէներգետիկական համակարգի գործառնական կառավարման արդյունավետության բարձրացման համար,

- առաջադրվել է ոչ հստակ բազմություններով ռեգրեսիոն վերլուծություն էլեկտրաէներգետիկական շուկայի ստոխաստիկ մոդելավորման համար, որտեղ որպես անորոշության գործոն դիտարկվել է էլեկտրաէներգիայի պահանջարկը,
- Մոդելավորվել և հաշվարկվել են էլեկտրաէներգիայի արտադրության և բաշխման ռեժիմները ներքին պահանջարկի անորոշության պայմաններում՝ նվազագույնի հասցնելով համակարգի ընդհանուր կորուստները:

Ատենախոսության արդյունքների գործնական նշանակությունը:

Ատենախոսության գործնական արդյունքների նշանակությունը կայանում է նրանում, որ էլեկտրաէներգետիկական համակարգի մատակարարման շղթայի միջոցով ներկայացումը հնարավորություն կտա բացահայտելու էլեկտրաէներգիայի արտադրության և սպառման անհամաձայնությունները, երբ փոփոխվում է սպառողի պահանջարկը, ինչպես նաև հաշվարկել էլեկտրաէներգիայի մատակարարման շղթայի ցանցային մոդելում էլեկտրաէներգիայի հավասարակշիռ հոսքերը: Ոչ հստակ բազմությունների տեսության կիրառումը թույլ է տալիս գնահատել էլեկտրաէներգիայի պահանջարկը անորոշության պայմաններում: Ստացված արդյունքները կարող են կիրառվել «Էլեկտրաէներգետիկական համակարգի օպերատոր» ՓԲԸ-ի ամենամյա համակարգային պլանավորումն ու կորդինացումն իրականացնելիս և կառավարության հեռանկարային զարգացման սցենարներ մշակելիս:

Ատենախոսության արդյունքների փորձարկումները և հրապարակումները:

Ատենախոսության հիմնադրույթները և ուսումնասիրման արդյունքները քննարկվել են ՀՀ էներգետիկայի և բնական պաշարների նախարարության զարգացման վարչությունում, ԵՊՀ-ի և Օլդենբուրգի Կարլ Օսեցկու անվան համալսարանի /Գերմանիա/ միջբուհական համագործակցության «Էլեկտրաէներգիայի խնայողության և արդյունավետ օգտագործման հիմնախնդիրները» (SYNERGIA) թեմայով ծրագրի շրջանակներում:

Ատենախոսության ուսումնասիրության արդյունքները զեկուցվել են 2015 թվականի հունիսի 1-4-ին ՀՀ ԿԲ «Դիլիջան ուսումնահետազոտական կենտրոնում» տեղի ունեցած RSAI Short Course and Workshop-ում: Ատենախոսության հիմնական

դրույթներն ու արդյունքներն արտացոլված են հեղինակի կողմից հրապարակված 6 հոդվածներում:

Ատենախոսության կառուցվածքը և ծավալը: Ատենախոսությունը բաղկացած է ներածությունից, երեք գլուխներից, եզրակացությունից, օգտագործված գրականության ցանկից (135 անուն) և 3 հավելվածներից: Ատենախոսությունը շարադրված է 134 (առանց հավելվածի) մեքենագիր էջի վրա:

Գլուխ 1: Մատակարարման շղթաների մոդելավորման հիմնախնդիրները և կիրառությունները էներգետիկայի ոլորտում

1.1 Մատակարարման շղթան և կառավարումը

Միջազգային առևտրի ազատականացման և գլոբալացման արդյունքում արտադրական ռեսուրսներ և սպառողական ապրանքներ արտադրողների և մեծածախ վաճառողների միջև փոխկախվածությունը սկսվեց ընդլայնվել ամբողջ աշխարհում: Համաշխարհային շուկայական միջավայրում ձեռնարկությունների մրցակցային առավելությունների հիմքում ընկած էր ձեռնարկությունների աշխատանքային մոդելների հիմնական առանձնահատկությունները, ներքին և արտաքին ռեսուրսների հոսքերի կառավարման ռազմավարությունները և այլն: Տնտեսական աճի և զարգացման տեսանկյունից մրցունակ ապրանքների ներկայացումը ամբողջ աշխարհում նշանակալի գործոն է: Ներկայիս արդյունաբերական համատեքստում, ընդհանուր առմամբ, արտադրական ձեռնարկությունների համար շատ դժվար է արտադրել իրենց կողմից առաջարկվող արտադրանքների բոլոր բաղադրիչները: Այդ պատճառով նրանք կա՛մ մատակարարներից գնում են այդ բաղադրիչները մեծամասնությունը, կա՛մ համապատասխանեցնում են իրենց արտադրությունն այլ ընկերությունների հետ: Գնորդների և մատակարարների միջև գոյություն ունեցող ֆիզիկական և տեղեկատվական հոսքերի այսպիսի փոխանակումը համարվում է ցանց: Արտադրության և լոգիստիկայի տեսանկյունից այս ցանցը կարելի է դիտարկել որպես մատակարարման շղթա, որը վերջնական սպառողներին (գնորդներ) կապում է վերջնական մատակարարների հետ: Մյուս կողմից մատակարարման շղթայի կառավարումը պահանջում է մատակարարների և գնորդների միջև արդյունավետ համագործակցություն: Այս առումով, ամբողջական մատակարարման շղթան՝ հումքի մատակարարներից մինչև վերջնական սպառողը, կարող է դիտարկվել որպես գնորդ-մատակարար փոխհարաբերություն: Այս ամենը նպաստել է մատակարարման շղթաների համակարգերի ի հայտ գալուն:

Մատակարարման շղթա (ՄՇ) տերմինը օգտագործվել է 70-ականների կեսերին Բանբուրիի կողմից՝ որպես էլեկտրաէներգիայի՝ դեպի վերջնական սպառողին փոխանցման տերմին, իսկ մատակարարման շղթայի կառավարում (ՄՇԿ) տերմինը երևան է եկել 1980-ական թվականներին[75, էջ 211]: Չնայած ՄՇԿ-ն ապրանքային հոսքերի գործընթացի կառավարումը նկարագրող նոր տերմին է՝ դրա էությունը նկատվել է ֆիզիկական բաշխման և լոգիստիկայի մեջ դեռ 1960-ականների սկզբից: Նորությունն այն է, որ շեշտը դրվում է սահմաններ ներգրավող կառավարման վրա:

Մատակարարման շղթայում ընկերությունների և կոոպերացիաների ներգրավման հիմնական շարժառիթը շուկայի տատանումների և արտադրական հնարավորությունների վերաբերյալ տեղեկատվության փոխանակումն է:

Մատակարարման շղթան կազմված է մի շարք գործողություններից և ընկերություններից, որոնց միջոցով հումքն անցնում է սկզբնական մատակարարից մինչև վերջնական սպառող: Յուրաքանչյուր ապրանք ունի իր առանձնահատուկ մատակարարման շղթան, նրանցից շատերը կարող են լինել բավականին երկար և բարդ: Այլ խոսքերով մատակարարման շղթան նկարագրում է հումքի ամբողջ ուղին՝ սկզբից մինչև վերջնական ապրանքի ստեղծումը: Այդ գործընթացում ապրանքները անցնում են հումքի մատակարարից արտադրողին, վերամշակման գործընթաց իրականացնողին, լոգիստիկ կենտրոն, պահեստ, միջանկյալ օպերատորներին, որոնք ներկայացնում են երրորդ կողմը, տրանսպորտային ընկերություններին, մեծածախ շուկա, վերավաճառողներին և այլ մասնակիցներին: Երբեմն մատակարարման շղթան չի վերջանում վերջնական սպառողով, այլ այն անցնում է հավելյալ վերամշակման և հումքի կրկնակի օգտագործման փուլեր:

Մատակարարման շղթայի ներկայացման ամենապարզ եղանակը ապրանքի ներկայացումն է մի շարք ընկերությունների միջոցով, որոնցից յուրաքանչյուրը աստեղծում է հավելյալ արժեք: Եթե այս հոսքը ներկայացնենք ինչ-որ ընկերության տեսանկյունից, ապա գործընթացները կարելի է տարանջատել 2 փուլի՝ նախորդող և հաջորդող: Նախորդող գործողությունները նկարագրում են հումքի շարժը դեպի ընկերություն, իսկ հաջորդողը իրականացվում է ընկերությունից արտադրանքի դուրս գալուց հետո:

Իրական կյանքում ընկերությունները իրարից մեկուսացված չեն գործում: Այժմ, բոլոր կազմակերպությունները մեկ կամ ավելի մատակարարման շղթաների մաս են կազմում[34, էջ 4]: Նրանցից յուրաքանչյուրը պատվիրատու է, երբ գնում է հումք իր մատակարարից: Այնուհետև ինքն է իրականացնում մատակարարման ֆունկցիա, երբ մատակարարում է իր ապրանքը իր սպառողներին: Մեծածախ վաճառողները պատվիրատուներ են, երբ գնում են ապրանք արտադրողներից, այնուհետև որպես մատակարար վաճառում են այդ ապրանքները տարբեր գնորդներին: Արտադրողները գնում են հումք համապատասխան մատակարարներից, վերամշակում են այն և կազմակերպում արտադրությունը, այնուհետև իրենց արտադրանքը փոխանցում են այլ արտադրողներին:

Վերոնշյալ գործողությունների և կազմակերպման գործընթացների շղթաների համար կան տարբեր անվանումներ: Երբ շեշտը դրվում է գործողության վրա/операция/, ապա շղթան անվանում են գործընթաց/процесс, process/, երբ ընդգծվում է շուկայագիտությունը՝ լոգիստիկ շղթա /логистический канал, logistics channel/, երբ հիմնական շեշտը դրվում է ավելացված արժեքի ստեղծման գործընթացի վրա, ի հայտ է գալիս «արժեքի շղթա» տերմինը / цепочка ценности, value chain /, երբ ուսումնասիրվում է պահանջարկի բավարարումը, դիտարկվում է պահանջարկի շղթան/цепи спроса/demand chain/ [23, էջ 19]:

Մատակարարման շղթայի զարգացումը և ֆունկցիոնալացումը գիտնականների կողմից դարձավ ուսումնասիրման առարկա, երբ ի հայտ եկան ՄՇ-ն ներկայացնող բազմաթիվ սահմանումներ և ձևակերպումներ: Պրակտիկայում ՄՇ-ի միանշանակ սահմանում ներկայացնելը բավականին դժվար է, քանի որ սահմանումներից յուրաքանչյուրը կիրառելի է: Ստորև ներկայացված է տարբեր հեղինակների կողմից ՄՇ-ի սահմանումները 1990-ականներից մինչ այս օրերը:

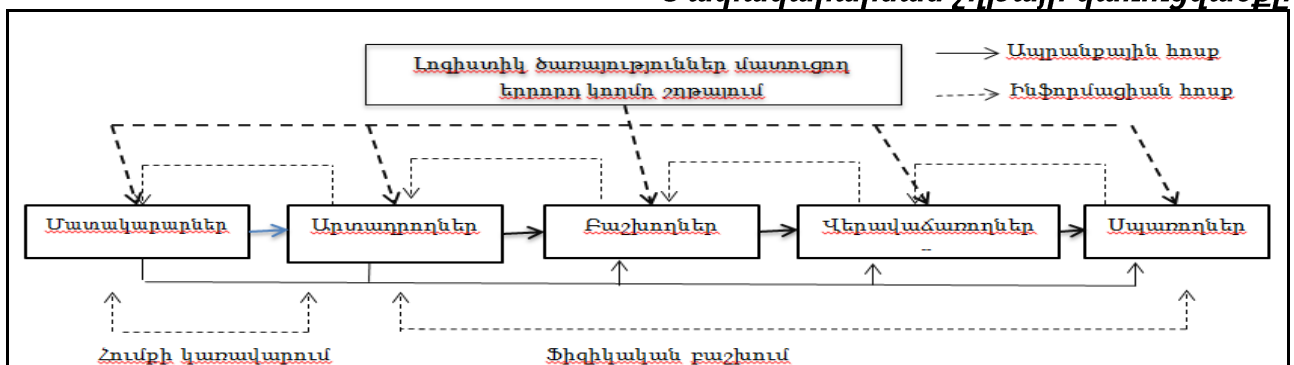
Ըստ Lee and Billington-ի՝ ՄՇ-ն դա արտադրման և բաշխման ցանց է, որտեղ ձեռքբերված հումքը վերափոխվում է միջանկյալ և վերջնական ապրանքի, որից հետո վերջնական արտադրանքը բաշխվում է սպառողներին [81, էջ 65]: Ըստ Christopher-ի՝ ՄՇ-ն ընկերությունների ցանց է, որն ներառում է վերամշակման և գործողությունների տարբեր վերընթաց և վայրընթաց կապեր [42, էջ 5]: Դրանք ստեղծում են արժեք

ապրանքի և ծառայությունների տեսքով, որոնք էլ փոխանցվում են վերջնական սպառողին: Christopher-ի 1998 թվականին տպագրված աշխատության մեջ, նշել է, որ մատակարարման շղթայում ներառված են այն կազմակերպությունները, որոնք ստեղծում են արժեք ապրանքների և ծառայությունների տեսքով: ՄՇ-ի կառավարումը ռազմավարական և արդյունավետ բիզնես ֆունկցիաների համակարգում է, որն իրականացվում է բիզնես-ֆունկցիաների միջոցով՝ ուղղակի ընկերության ներսում և բիզնեսի միջոցով՝ մատակարարման շղթայի սահմաններում: Ռազմավարության նպատակն է ընկերության արտադրողականության և մատակարարման շղթայում արդյունավետության բարձրացումը երկարաժամկետ հատվածում [55, էջ 4]:

Ըստ Korczak-ը 1997թվականին ՄՇ-ն սահմանեց մատակարարներից, լոգիստիկ ծառայություններ ապահովող ընկերություններից, արտադրողներից, բաշխում իրականացնող ընկերություններից և վերավաճառողներից կազմված շղթա է, որի հանգույցների միջև տեղի է ունենում հումքի, ապրանքի և ինֆորմացիայի հոսք [74, էջ 226]: Մատակարարման շղթայի դասական սխեման ներկայացված է *Գծանկար 1.1*-ում:

Գծանկար 1.1

Մատակարարման շղթայի կառուցվածքը



Աղբյուր՝ H. Min, G. Zhou " Supply chain modeling: past, present and future", Computers & Industrial Engineering 43 (2002) 231-249

Համաձայն Beamon-ի(1998) ՄՇ-ն կառուցվածքային արտադրական գործընթաց է, որտեղ հումքը վերափոխվում է վերջնական ապրանքի, այնուհետև մատակարարվում է վերջնական սպառողին [29, էջ 281]:

A. Little-ը (1999) սահմանում է ՄՇ-ն որպես բարձր կոորդինացված ապրանքների հոսք առաջնային ձեռքբերման աղբյուրից դեպի վերջին սահման, ինչպես նաև տեղեկատվության հոսք, որը կապված է մատակարարման գործընթացի հետ[107, էջ

34]: D. Chou-ին և Heverin-ին տվեցին ՄՇ-ի համանման սահմանում, ըստ որի ՄՇ-ն՝ արտադրողների, մատակարարների, բաշխումն իրականացնողների, վերավաճառողների և տեղափոխումն իրականացնողների, ինֆորմացիոն և այլ լոգիստիկ կառավարման ծառայություն ապահովողների խումբ է, որոնց հիմնական նպատակն է ապահովել սպառողներին ապրանքներով [120, էջ 360-361]:

Ayers-ը սահմանեց ՄՇ-ն որպես կյանքի ցիկլի գործընթաց, որը ներառում է ֆիզիկական ապրանքներ, ինֆորմացիա և ֆինանսական հոսքեր, որտեղ նպատակը մատակարարների միջոցով ապրանքների և ծառայությունների նկատմամբ վերջնական սպառողի պահանջների բավարարումն է [28, էջ 5]:

Mentzer-ը, Keebler-ը, Nix-ը, Smith-ը և այլ հեղինակներ 2001 թվականի իրենց աշխատությունում սահմանեցին ՄՇ-ն որպես ընկերությունների կամ ֆիզիկական անձանց մի խումբ, որոնք ուղղակիորեն ներգրավված են ապրանքների, ծառայությունների, ֆինանսական միջոցների և տեղեկատվության հումքի աղբյուրից դեպի սպառող մատակարարման և բաշխման գործընթացներին [90, էջ 4]: Bridjifield Group-ը սահմանեց ՄՇ-ն որպես «միացնող» շղթա ռեսուրսները այն գործընթացին, որը սկսվում է հումքի ընտրությունից և ավարտվում է վերջնական սպառման ապրանքների դեպի վերջնական սպառողներին մատակարարումով [117, էջ 38]: V, Pienaar-ը նկարագրեց ՄՇ՝ որպես ինտեգրման ընդհանուր գործընթաց, որը ներառում է այն կազմակերպություններին, որոնք փոխակերպում են հումքը վերջնական սպառման ապրանքի և հասցնում վերջնական օգտագործողին [106, էջ 954]:

Ընդհանրացնելով կարելի է ասել , որ ՄՇ-ն գործընթացների մի համակարգ է, որը սկսվում է ռեսուրսների մատակարարներից հումքի ներգրավմամբ, լրացվում մի շարք՝ արժեքը ավելացնող գործընթացներով և ավարտվում է վերջնական ապրանքը դեպի սպառողը տեղափոխումով:

Մատակարարման շղթայի կառավարումը: Մատակարարման շղթայի կառավարումը (ՄՇԿ) գործարար տերմին է, որն առաջացել է վերջին մի քանի տարիներին և հետզհետե ավելի մեծ ճանաչում ստացել: Այն կարծես թե փոխարինում է ավելի ավանդական տերմիններին, որոնք բնութագրում էին նյութական և ծառայությունների հոսքերը: Վերջիններս ներառում են ֆիզիկական բաշխումը,

նյութերի կառավարումը, արտադրության պլանավորումը, լոգիստիկան, ուղիների կառավարումը, նյութատեխնիկական բաշխումը և նույնիսկ տեղափոխումը: ՄՇԿ-ի տարածման շրջանակը, որն այժմ ներառում է բազմաթիվ ձեռնարկություններ, ուսումնասիրում է կառավարչական այնպիսի խնդիրներ, որոնք նախկինում մեծ ուշադրության չեն արժանացել հետազոտողների կողմից: Ինչպես կառավարման ոլորտի ցանկացած նոր նկարագրվող տերմինի դեպքում, այնպես էլ այստեղ սկզբում առկա կլինի դրա սահմանման ու օգտագործման կայունության համաձայնեցման պակաս: ՄՇԿ-ի դեպքում որոշ ուսումնասիրողներ և կիրառողներ այն պատկերացնում են որպես լոգիստիկայի ընդարձակում, որտեղ ապրանքների և ծառայությունների հոսքերը համաձայնեցվում են ինչպես ձեռնարկության ներքին ֆունկցիոնալ բաժինների (շուկայագիտություն, ֆինանսներ, տեխնիկա, տեղեկատվական համակարգեր և գործառույթներ), այնպես էլ մատակարարների և սպառողների միջև: Սա լոգիստիկայի շրջանակների ընդլայնման ևս մեկ քայլ է, որը ձեռնարկությունների և դրանց սպառողների միջև ապրանքային հոսքերի, ինչպես նաև ներքին շարժերի վրա կենտրոնացած ֆիզիկական բաշխումից վերաճել է ինտեգրված լոգիստիկայի, որտեղ շեշտը դրվում է և՛ ներքին, և՛ արտաքին շարժերի վրա, ինչպես նաև ՄՇԿ-ի վրա, որի հիմնական խնդիրն է ապրանքային հոսքերի կառավարումը ձեռնարկությունների ֆունկցիոնալ և կազմակերպչական շրջանակներում: Առաջին փուլի օրինակը կարելի է տեսնել ֆիզիկական բաշխման սահմանման մեջ, որը հրապարակել է Ֆիզիկական բաշխման կառավարման ազգային խորհուրդը 1962 թ-ին, որպես արտադրության և առևտրի մեջ օգտագործվող տերմին, ինչը բնութագրում է գործառույթների լայն շրջանակ՝ կապված պատրաստի ապրանքների՝ արտադրական հոսքագծի վերջից դեպի ապառող արդյունավետ շարժի հետ, և որոշ դեպքերում ներառում է նաև նյութերի շարժը՝ մատակարարման աղբյուրից դեպի արտադրական հոսքագծի սկիզբ:

1980-ական թվականներին «Մատակարարման շղթայի կառավարում» տերմինը նկարագրում էր այն հիմնական բիզնես-գործընթացները, որոնք ուղղված էին դեպի վերջնական օգտագործողին՝ մատակարարների միջոցով: Մատակարարները ապահովում էին ապրանքների, ծառայությունների և ինֆորմացիայի առկայությունը շղթայում: Միջազգային շուկաներում մրցակցությունը աստիճանաբար կապված է

ապրանքների տեղափոխման ժամանակից, ապրանքների որակից, հետևաբար մատակարարների և բաշխումն իրականացնողների միջև համակարգումը հանդիսանում է կարևոր բնութագրիչ մատակարարման շղթայի համար[64, էջ 357]: Հաճախորդների պահանջների բավարարումը հանդիսանում է մատակարարման շղթայի հաջողության գրավականը, այդ իսկ պատճառով մատակարարման գործընթացի արդյունավետ կառավարումը հանդիսանում է այժմյան տնտեսությունում քննարկման հիմնական խնդիր: Բացի այդ շուկայի անորոշությունները պարտադրում են առևտրային իրավիճակներում ընկերություններին լինել ճկուն շուկայի փոփոխությունների նկատմամբ [72, էջեր 23,24]:

ՄՇ-ի ճկունության ապահովման հիմքում ընկած է ՄՇ-ի արդյունավետ կառավարումը: Մատակարարման շղթայի կառավարման գաղափարի սկզբնաղբյուրը բացահայտված չէ, բայց այդ գաղափարի հասունացումը տատանվում է ֆիզիկական բաշխման և տեղափոխման, արտադրական դինամիկայում տեխնիկայի օգտագործման մեջ, որի վերաբերյալ աշխատանք է ներկայացրել Forrester-ը 1961թվականին [26 էջ 343]: Մեկ այլ մեկնաբանում կարելի է տեսնել ընդհանուր ծախսերի բաշխման և լոգիստիկայի մասին Heckert և Miner-ի աշխատանքներում: Մոտեցումներից երկուսում էլ նշվում էր, որ շղթայի միայն մեկ տարրի վրա կենտրոնանալով՝ հնարավոր չէ հասնել ընդհանուր համակարգի արդյունավետության բարձրացման [63, էջ 9]:

ՄՇ-ի կառավարման ընթացքում խնդիրներ են առաջանում բաշխման ժամանակ. օրինակ՝ գողության վտանգը, ֆիզիկական վնասները, փոխադրման երկար ճանապարհների համար բարձր տոկոսադրույքը: Խնդիրներ են առաջանում նաև այն ապրանքների բաշխման ընթացքում, որոնք փոխադրման հատուկ խնամք են պահանջում: ՄՇ-ում հուսալիությունը ընդհանուր առմամբ ավելի կարևոր է, քան արագությունը, չնայած՝ առկա են մի շարք իրավիճակներ, երբ առավել նշանակալի է արագությունը: Արագությունը կարևոր է, երբ ապրանքները փչացող են (անհրաժեշտ է մատակարարման կարճ ժամանակահատված, քանի որ զանգվածի փոփոխությունը անմիջապես ազդում է գնի վրա), ինչպես նաև այն ապրանքների համար, որոնց նկատմամբ պահանջարկը պարբերաբար ցիկլային կտրվածքով փոփոխվում է:

Գինը, ինչպես նաև սպառողի պահանջների բավարարումը, շատ կարևոր են, քանի որ դրանցից է կախված բիզնեսի շարունակական լինելը: Ուստի արդյունավետ ՄՇ-ի կառուցման ընթացքում որպես արդյունավետության գործոններ կարելի է առանձնացնել՝ արագությունը, հուսալիությունը, գինը և սպառողի պահանջների բավարարումը: ՄՇ-ի արդյունավետության հիմքում ընկած է նաև տեղեկատվության սահուն փոխանցումը շղթայի երկայնքով:

ՄՇ-ի կառավարման հիմնական նպատակն է ուսումնասիրել և կառավարել մատակարարման ցանցերը, նվազեցնել համակարգի ծախսերը և բարելավել հաճախորդների սպասարկումը: Միջազգային շուկաներում կարևոր խնդիր է հանդիսանում ընկերությունների մրցունակության բարձրացումը, չնայած առկա «կոշտ» մրցակցությանն և սպառողի պահանջների արագ փոփոխությանը [80, էջ 21-24]:

ՄՇ-ի կառավարման վերաբերյալ տարբեր հեղինակներ ներկայացնում են տարբեր մոտեցումներ և սահմանումներ: ՄՇ-ի կառավարումը կարելի է ներկայացնել որպես՝ ինտեգրված գնումների ստրատեգիա (Burt [73 էջ 73]), մատակարարի ինտեգրման գործընթացի կառավարում (Dyer, Cho & Chu [54, էջ 73]), գնորդ-մատակարար համագործակցություն (Lamming [79 էջ 675]), մատակարարման բազայի, մատակարարների միավորման գործընթացի կառավարում (Lewis [85, էջ 198], մատակարարման շղթայի համաձայնեցված գործընթացի (սինխրոնիզացիա) կառավարում, (Tan et al. [112, էջ 39]), մատակարարման շղթայի ցանցի (Nassimbeni [99 էջ 540]), ավելացված արժեքով շղթայի (Lee և Billington[82, էջ 65]), «նեղ մատակարարման շղթայի»²(New և Ramsay[88, էջ 750]) , մատակարարման ուղիների կառավարում(Farmer& van Amstel [47, էջ 22]), մատակարարման ցանցի (Nishiguchi [108, էջ 4]), արժեքի ստեղծման գործընթացի կառավարում (Jones [32, էջ 104]):

Ներկայացնենք գրականության ուսումնասիրության արդյունքում առանձնացված մատակարարման շղթայի կառավարման սահմանումների օրինակներ:

Ayers-ը նշում է, որ ՄՇ-ի կառավարումը ներառում է բոլոր այն գործունեությունների (ռեսուրսների ներգրավում, վերամշակում և այլ գործընթացների լոգիստիկ կառավարում) պլանավորումն և կառավարումը, որոնք ուղղված են

²«նեղ մատակարարման շղթայի» կառավարման ժամանակ հիմնական շեշտադրումը դրվում է ամբողջ մատակարարման շղթայի ընթացքում առաջացող թափոնների կրճատմանը:

սպառողների պահանջները բավարարելուն: Պետք է ընդգծել, որ ՄՇԿ-ը համակարգում և կարգավորում է մատակարարման շղթայի գործընկերների միջև հարաբերությունները [27, էջ 12]:

Ըստ Tan K.-ի՝ ՄՇ-ի կառավարումը ներգրավում է հիմնական հումքի մատակարարներից դեպի վերջնական արտադրանք հնարավոր ցիկլի կրկնումը և վերաօգտագործումը: Նրա կառավարման հիմքում ընկած է այն գաղափարը, թե ինչպես են ֆիրմաները իրականացնում իրենց մատակարարների հետ գործընթացները, ինչ տեխնոլոգիան են կիրառում, ինչպես են օգտագործում իրենց հնարավորությունները՝ մրցակցային առավելությունները բարձրացնելու նպատակով: Սա կառավարման փիլիսոփայություն է, որը ընդլայնում է ձեռնարկության ավանդական գործողությունները՝ առևտրային գործընկերներին արդյունավետության օպտիմացման և ընդհանուր նպատակի շուրջ հավաքելու միջոցով [35, էջ 2]:

Ganeshan R.-ն և Harrison Terry P.-ն ՄՇ-ի կառավարումը նկարագրում են որպես օբյեկտների շղթա և ալընտրանքների բաշխում, որոնք ապահովում են ապրանքների ձևափոխումը միջանկյալ և վերջնական ապրանքների և վերջական սպառման ապրանքների մատակարարումը սպառողներին [59, էջ 1]: Lee Hau L. և Corey Billington 1995 թվականին հայտարարեցին, որ ՄՇ-ի կառավարումը ներառում է ՄՇ-ի օբյեկտների միջև տեղի ունեցող գործողությունների ինտեգրում, որոնք կապված են հումքի, դրա միջանկյալ և վերջնական ապրանքի ձևափոխման և սպառողներին ապրանքների մատակարարման հետ, որն էլ իրականացվում է բաշխման համակարգի միջոցով [83, էջ 43]:

Berry-ին 1994 թվականին նշեց, որ մատակարարման շղթայի կառավարման նպատակն է ընկերությունների միջև վստահության ստեղծումը, շուկային անհրաժեշտ տեղեկատվության փոխանցումը, նոր ապրանքի ստեղծումը և ռեսուրսների արդյունավետ օգտագործումը երկարաժամկետ հատվածում [49, էջեր՝ 69, 73]:

ՄՇ-ի կառավարումը վերաբերում է ռեսուրսների ձևափոխման և լոգիստիկ կառավարման բոլոր գործընթացների կազմակերպմանը: Սկզբունքորեն, այն ներառում է ցանցի մասնակիցներին, որոնց դերում կարող են հանդես գալ մատակարարները, միջնորդները, որպես երրորդ կողմ՝ ծառայություններ մատուցող

կազմակերպությունները և սպառողները: Հիմնականում ՄՇ-ի կառավարումը կոորդինացնում է առաջարկի և պահանջարկի կառավարումը ընկերության ներսում և ընկերության միջոցով [46, էջ 187]:

ՄՇ-ի կառավարումը նպատակ ունի ավելացնել սպառողի ներդրումները՝ միաժամանակ օպտիմացնելով ՄՇ-ի ֆուկցիոնալ ծախսերը: «Կոմպյուտերվորդը» (2001) սահմանեց ՄՇ-ի կառավարումը որպես մենեջմենթ, որը հնարավորություն է տալիս ընկերություններին ձեռք բերել ճիշտ ժամանակին անհրաժեշտ ապրանք ցանկացած տեղանքից, ցանկալի քանակով և գոհացուցիչ գնով: Այս գործընթացի արդյունավետ կառավարումը ներառում է սպառողների, մատակարարների հետ կապերի ղեկավարումը և պահուստի վերահսկումը, պահանջարկի կանխատեսումը և արձագանքի կանոնավոր գրանցումը ցանցի յուրաքանչյուր աղբյուրի վրա տեղի ունեցող գործընթացի վերաբերյալ [43³]:

Անդրադառնալով ՄՇ-ի կառավարման սահմանմանը՝ Simchi-Levi, D., Kaminsky, P. & E. Simchi-Levi, 2003 թվականիննշել են, որ այն մեթոդների մի շարք է, որն օգտագործվում է մատակարարների, արտադրողների, պահեստների և խանութների արդյունավետ կոորդինացման համար այնպես, որ ապրանքները արտադրվում և բաշխվում են ճշգրիտ քանակությամբ, ճիշտ տեղում և ճիշտ ժամանակին՝ կրճատելով համակարգի ծախսերը՝ սպառողների պահանջները բավարարելու միջոցով: Այս սահմանման հիմնական գաղափարը այն է, որ ՄՇ-ն պետք է լինի արագ և վստահելի, արդյունավետ ծախսատար և այնքան ճկուն, որ բավարարի սպառողի պահանջները [58, էջ 80]:

ՄՇ-ի կառավարման տերմինը օգտագործվում է ոչ միայն ընկերությունների ներսում և ընկերությունների միջև հումքի և ինֆորմացիայի հոսքերի պլանավորման և կառավարման լոգիստիկ գործողությունները նկարագրելիս, այլ նաև օգտագործում են այդ տերմինը ընկերության ռազմավարությունը և արդյունքը նկարագրելու համար (Cox [48, էջ 17]: Կան հեղինակներ (օրինակ՝ Thorelli [116, էջ 46]), որոնք ՄՇ-ի կառավարման միջոցով ուսումնասիրում են ընկերության ուղղահայաց ինտեգրման

³<http://www.computerworld.com/article/2586861/enterprise-resource-planning/supply-chain-management.html>

այլընտրանքները, մյուսները՝ (Sako [102, էջ 6-7], Hines [65, էջ 2])՝ ընկերությունների և մատակարարների միջև հարաբերությունների զարգացումը:

Կան հեղինակներ, որոնք առանձնացրել են գործառնական և լոգիստիկ կառավարման զարգացման տարբեր փուլեր: Ballou-ն և մյուսները (2000) ներկայացրել են ՄՇԿ-ն մոդելի կառուցման երեք հիմնական փուլեր կամ հարթություններ [51, էջ 17]՝

1. Ներֆունկցիոնալ կոորդինացում, որը իրականացվում է ձեռնարկության, լոգիստիկ ֆունկցիայի շրջանակներում գործառույթների և գործընթացների կառավարման միջոցով:

2. Միջֆունկցիոնալ գործառույթների կոորդինացում, ինչպիսիք են լոգիստիկական և ֆինանսները, լոգիստիկական և արտադրությունը, լոգիստիկական և մարքեթինգը, երբ դրանք տեղի են ունենում ձեռնարկության ֆունկցիոնալ ոլորտների միջև:

3. Միջկազմակերպչական մատակարարման շղթաների գործառույթների կոորդինացում, որոնք տեղի են ունենում ապրանքային հոսքերի ուղու ներսում օրենսդրորեն իրարից անկախ ձեռնարկությունների միջև, ինչպիսիք են ձեռնարկությունների և դրանց մատակարարների միջև գործառույթները, որոնցից յուրաքանչյուրի միջև տարբերիչ գործոնը վերահսկողության աստիճանն է:

1.2 Մատակարարման շղթայի մոդելները և դասակարգումը

ՄՇ-ի բազմաթիվ սահմանումների և կիրառությունների առկայության պարագայում անհրաժեշտություն է առաջանում նկարագրել մատակարարման շղթայի հիմնական մոդել, որի միջոցով հնարավոր կլինի ներկայացնել հետազոտության խնդիրը:

Տարիներ շարունակ ֆիրմաներից շատերը կենտրոնացնում էին իրենց ուշադրությունը առանձին բիզնես-ֆունկցիաների արդյունավետության վրա: Արդի տնտեսությունում բիզնեսի իրականացման նոր ուղի է մատակարարման շղթայի՝ որպես մեկ ամբողջության ռազմավարական պլանավորումը, վերահսկումը և կառուցման իրականացումը:

ՄՇ-ի մոդելները ենթադրում են մատակարարման շղթայի ռազմավարության մշակում, ինֆորմացիոն տեխնոլոգիաների ներգրավում և անհատական գործոնների

ներառում: Չնայած այս կողմերից յուրաքանչյուրը կարևոր է, այնուամենայնիվ, նրանք իրարից անկախ չեն ապահովում ՄՇ-ի կառավարման ամբողջական ներկայացումը: Նշված գործոնների միավորման արդյունքում ստացվում է ՄՇ-ի ընդհանրացված մոդելը, որտեղ ասպեկտներից յուրաքանչյուրն ունի իր՝ ինչպես անկախ, այնպես էլ փոխկապակցված ներդրումը ընդհանուր մոդելում:

Ժամանակակից միջազգային շուկաներում առանձին ֆիրմաները չեն մրցակցում միմյանց հետ որպես շուկայի առանձին ներկայացուցիչներ, այլ ինտեգրվում են մատակարարման շղթային որպես աղբյուրներ: Ֆիրմայի հաջողությունը կախված է ֆիրմայի ինտեգրման, կառավարման ունակություններից և մատակարարման շղթայի անդամների միջև բիզնես-հարաբերությունների հաստատումից [53 էջ 156]: *ՄՇ-ն ինտեգրված համակարգ է, որը համաձայնեցնում է շղթայի մեջ բիզնես գործընթացները [77, էջեր՝ 65, 66]: ՄՇ-ում իրականացվող բիզնես գործընթացները կարելի է փարանջափել հետևյալ կերպ.*

- 1. հումքի ձեռքբերում,*
- 2. հումքի վերջնական ապրանքների ձևափոխում,*
- 3. ապրանքների արժեքի ավելացում,*
- 4. ապրանքների բաշխում վերավաճառողներին կամ սպառողներին,*
- 5. տարբեր բիզնես օբյեկտների (մատակարարների, արտադրողների, բաշխումն իրականացնողների, վերավաճառողների) միջև տեղեկատվական հոսքի ապահովում:*

ՄՇ-ն ներառում է երկու հիմնական բիզնես գործընթացներ. *ա. Հումքի կառավարում* (լոգիստիկայի սահմաններում) և *բ. Ֆիզիկական բաշխում* (լոգիստիկայի սահմաններից դուրս):

ա. Հումքի կառավարում ասելով հասկանում ենք՝ հումքի ձեռքբերում և պահուստավորում, ինչպես նաև շղթայում հումքի հոսքի ամբողջական ցիկլի իրականացում՝ հումքի գնումից, աշխատանքային գործընթացի վերահսկումից դեպի վերջնական ապրանքի պահեստավորում, տեղափոխում և բաշխում (Johnson & Malucci [70 էջ 29]):

բ. Ֆիզիկական բաշխում իրականացվում է լոգիստիկայի սահմաններից դուրս, բոլոր այն գործողությունների միջոցով, որոնց նպատակն է սպառողներին ուղղված

ծառայությունների իրականացումը: Սպառողներին ուղղված ծառայությունները ներառում են պատվերի ընդունումը և իրականացումը, ապրանքի պահեստավորումը, տեղափոխումը, գնահատումը, ապրանքի հետվերադարձի ապահովումը և կյանքի ցիկլի աջակցումը: Հումքի կառավարման և ֆիզիկական բաշխման գործընթացների միավորումը մատակարարման շղթայում ներկայացվում է ոչ թե գծային շղթայի միջոցով, այլ բազմաթիվ բիզնես-ցանցերի և հարաբերությունների միջոցով(Bowersox [36, 159 էջ]):

ՄՇ-ն կարող է կազմված լինել բազմաթիվ արտադրողներից, տարբեր մատակարարներից, բաշխումն իրականացնող ընկերություններից, վերավաճառողներից և սպառողներից: Հաշվի առնելով ՄՇ-ի լայնածավալ կիրառությունները՝ հնարավոր չէ ներկայացնել որևէ մոդել, որը կներառի ՄՇ-ում իրականացվող գործընթացների բոլոր ասպեկտները: Մոդելի բարդության և իրական լինելու միջև անհամաձայնությունները հաշվի առնելով՝ մոդել կառուցողը պետք է արտացոլի իրական կյանքի սահմանները մոդելում, այնպես, որ այն միաժամանակ լինի գնահատելի:

Մի շարք հեղինակներ փորձել են ներկայացնել մատակարարման շղթաների մոդելավորման ուղեցույցներ, մասնավորապես Chopra-ն, Meindl-ն [41, էջեր՝ 18-20] և Stevens-ը [61, էջ 101] իրենց ուղեցույցում առանձնացնում են որոշումների կայացման ընթացքում առաջացող խնդիրների երեք մակարդակներ՝

1. մրցակցային ստրատեգիայի մշակման ընթացքում առաջացած խնդիրներ

Մրցակցային ստրատեգիայի վերլուծության ընթացքում ծագած խնդիրները կապված են հետևյալ հարցերի հետ. տեղակայման և բաշխման /location-allocation/ խնդիրներ, պահանջարկի պլանավորման, բաշխման լծակների /ուղիների/ որոշման, նոր ապրանքի զարգացման, մատակարարման ընտրության, ինֆորմացիոն տեխնոլոգիայի կիրառման, գնումների և ցանցի կառուցման խնդիրներ:

2. ռազմավարական պլանավորման /tactical plans/ ընթացքում առաջացած խնդիրներ,

Մատակարարման շղթայի ռազմավարական խնդիրները ներառում են՝ պաշարի կառավարումը, արտադրության /բաշխման/ կոորդինացումը, պատվերի

տեղափոխումը, հումքի շրջանառությունը, սարքավորումների և տեղանքի ընտրությունը:

3. գործառնական ստանդարտների հետ կապված խնդիրներ

Գործառնական ստանդարտներ են հանդիսանում՝ տրանսպորտային միջոցի ընտրությունը, տեղափոխման պլանավորումը, աշխատուժի պլանավորումը, գրանցման խնդիրները և փաթեթավորումը:

Նման ուղեցույցը հնարավորություն է տալիս մոդել կառուցողին որոշել խնդրի սահմանները և մատակարարման շղթայի պլանավորման հորիզոնները:

Մեկ այլ ուղեցույց ներկայացրել է Cooper-ը և մյուսները, համաձայն որի մատակարարման շղթայի ցանցի կառուցումը պայմանավորված է երեք հիմնական օբյեկտների կառուցվածքով, դրանք են՝ *մատակարարման շղթայի համագործակցության տեսակը, մատակարարման շղթայի ցանցի կառուցվածքային սահմանները և մատակարարման շղթայի աղեղների միջև գործընթացների բնույթը* [77, էջեր՝ 69-72]:

ՄՇ-ում համագործակցությունների տեսակը: ՄՇ-ի կառուցման ընթացքում անհրաժեշտ է որոշել, թե ովքեր են մատակարարման շղթայում համագործակցում միմյանց հետ: Պոտենցիալ գործընկերների համախմբության արդյունքում կարելի է ամբողջացնել ընդհանուր ցանցը: Չնայած շղթայում հնարավոր է, առկա լինեն գործընկերների մի խումբ, որոնք աղեղային ինչ-որ մի մակարդակից տեղափոխվեն մեկ այլ մակարդակ (Cooper, Ellram, Gardner, & Hank [45, էջ 68]): ՄՇ-ի կառուցման ընթացքում հիմնական խնդիր է հանդիսանում որոշել այն գործընկերների տիպերը, որոնք նշանակալի մասնակցություն են ունենում արժեքի ավելացման գործընթացում և առանձնացնել նրանց, որոնք ապահովում են ռեսուրսներ:

Lambert, Cooper, and Pagh դասակարգել են մատակարարման շղթայի գործընկերների երկու տարբեր տիպեր՝ առաջնային և երկրորդային գործընկերներ [78, էջ 6]: Ընդհանուր առմամբ շղթայում առաջնային գործընկերներ են համարվում նրանք, որոնք որպես ռազմավարական բիզնես-միավորում իրականացնում են գործառնական կամ կառավարման գործընթացներ որոշակի սպառողների կամ շուկայի համար նախատեսված յուրահատուկ ապրանքի կամ ծառայության ստեղծման

գործընթացում: Նման գործընկերների օրինակներ են արտադրողները: Ի տարբերություն առաջնային գործընկերների՝ աջակցողներն այն ընկերություններն են, որոնք պարզապես ապահովում են ռեսուրսներ (ակտիվներ, սարքավորումներ, անշարժ գույք), գիտելիք և ծառայություններ՝ մատակարարման շղթայի ներսում: Նման գործընկերներ են՝ տրասպորտային ընկերությունները, խորհրդատվական ֆիրմաները, տեղեկատվական տեխնոլոգիաների ծառայություններ մատուցողները, օն-լայն բրոքերները (միջնորդները) և գիտական ինստիտուտները: Գործընկերների նման կատեգորիաների բաժանումը միանշանակ չէ, քանի որ ֆիրման կարող է լինել և՛ առաջնային գործընկեր, և՛ աջակցող գործընկեր՝ միաժամանակ ապահովելով հիմնական գործողություններ մի գործընթացում և աջակցող գործողություններ մեկ այլ գործընթացում:

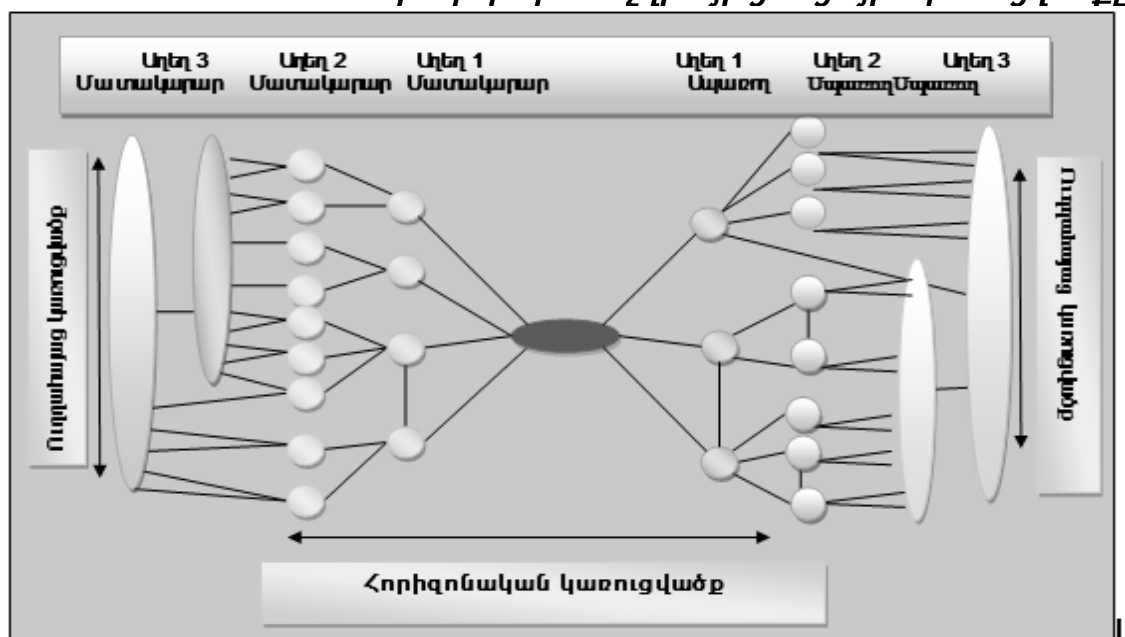
Չնայած առաջնային և երկրորդային գործընկերների բաժանումը մատակարարման շղթայում չի ներառում բոլոր հնարավոր դեպքերը, այնուամենայնիվ հնարավորություն է տալիս ֆիրմային որոշել, թե մատակարարման շղթայի մասնակիցներից որոնք են վերուղղված և, որոնք են վարուղղված /upstream and downstream/, ինչպես նաև որոշել, թե սպառողի պահանջարկը որտեղից է սկսվում: Դեպի վեր ուղղված մասնակիցները սովորաբար մատակարարման շղթայում ներկայացնում են աջակցող գործընկերներին, մինչդեռ ստորին օղակներում՝ մատակարարման շղթայի վերջին հանգույցներում, արժեքի ավելացման գործընթաց տեղի չի ունենում, և ապրանքը կամ ծառայությունը մատակարարվում է սպառողներին: Այսպիսի դասակարգումը օգնում է մոդել կառուցողին տարանջատել այն գործընկերներին, որոնց որոշումը նշանակալի է, և մատակարարման շղթայի խնդիրը ձևակերպել՝ այդ որոշում կայացնողի վարքը հաշվի առնելով [77, էջ 70]:

Մատակարարման շղթայի ցանցի կառուցվածքային սահմանները: ՄՇ-ի կառուցվածքային սահմանների նկարագրումը նախապայման է մատակարարման շղթայի աղեղների մոդելավորման և վերլուծության համար: Ընդհանուր առմամբ, կառուցվածքային բաժանումները երկուսն են՝ հորիզոնական և ուղղահայաց: Հորիզոնական կառուցվածքը վերաբերում է մատակարարման շղթայի զուգահեռ աղեղներին: Մատակարարման շղթան, աղեղների քանակով պայմանավորված,

կարող է լինել ընդլայնված կամ կարճ: Ուղղահայաց կառուցվածքը վերաբերում է յուաքանչյուր աղեղի ներսում մատակարարներին և սպառողներին (Տես՝ *Գծանկար. 1. 2*): Այսինքն, մատակարարների կամ սպառողների քանակներն ավելացնելով կամ կրճատելով՝ փոխվում է մատակարարման շղթայի սահմանները: Չնայած մատակարարման շղթայի սահմանները պատահական են և տատանվող, այնուամենայնիվ, մոդել կառուցողի համար սահմանների որոշումը կարևոր գործոն է, քանի որ սահմաններից է կախված, թե ինչպիսի մոտեցում է անհրաժեշտ կիրառել մատակարարման շղթայի ցանցը մոդելավորելիս [77, էջ 71]:

Գծանկար. 1.2

Մատակարարման շղթայի ցանցային կառուցվածքը



Աղբյուր՝ Lambert, D. M., & Cooper, M. C. (2000). "Issues in supply chain management. Industrial Marketing Management" էջ 68

Մատակարարման շղթայի կապերի բնութագրիչները: Porter (1985)-ը մատակարարման շղթայի գործընթացներում ցույց տվեց շղթայի կապերի ռազմավարական կարևորությունը: Նա ընդգծեց, որ ընկերությունը, ինտեգրվելով մատակարարման շղթայում, կարող է ձեռք բերել մրցակցային առավելություններ շուկայում [60, էջ 2]: Ֆիրման, մատակարարման շղթային ինտեգրվելիս, պետք է հստակ պատկերացում ունենա ցանցային աղեղների վերաբերյալ: Lambert et al. առանձնացրել են մատակարարման շղթայի չորս տարբեր կապեր [77, էջ 75]:

1. *կառավարվող կապեր,*
2. *վերահսկվող կապեր,*

3. Հկառավարվող կապեր

4. Բիզնես գործընթացը չնկարագրող կապեր:

Ստորև փորձենք ավելի մանրամասն ներկայացնել ՄՇ-ի վերը նշված կապերի տեսակները:

1. Բիզնես գործընթացը չնկարագրող կառավարվող կապերը նրանք են, որտեղ ֆիրման անմիջական մասնակցություն է ունենում մատակարարման շղթայի գործընթացների ինտեգրմանը և կառավարմանը: Կառավարման ընթացքում ֆիրման համագործակցում է մեկ կամ ավելի սպառողների և մատակարարների հետ: Այս կապերը միավորում են մատակարարման շղթայի գործընկերների բազմաթիվ աղբյուրներ: Այսինքն, ֆիրման մի կողմից իրականացնում է ռեսուրսների բաշխում իր գործընկերների միջև, քանի որ ուղղակիորեն ներգրավված է այդ գործընթացում և մյուս կողմից՝ կիսում է տեղեկատվությունը նրանց միջև:

2. Վերահսկվող կապերը ամբողջությամբ չեն ենթարկվում ֆիրմայի կողմից, բայց ֆիրման ներառված է կապի ինտեգրման և կառավարման մոնիտորինգում կամ աուդիտում:

3. Չկառավարվող գործընթացային կապերում ֆիրման մասնակցություն չի ունենում ո՛չ գործընթացների կառավարմանը, ո՛չ վերահսկմանը: Նման գործառույթներն իրականացնում են ֆիրմայի գործընկերները, հետևաբար այդ կապերի կառավարման ամբողջ պատասխանատվությունը ընկնում է նրանց վրա:

4. Բիզնես-գործընթացը չնկարագրող կապերը ֆիրմայի մատակարարման շղթայի կառուցվածում ամբողջական մասը չեն կազմում, բայց կարող են իրենց ազդեցությունը ունենալ ֆիրմայի արդյունավետության վրա:

Մատակարարման շղթայի կապերի տարբեր բնութագրիչներն ազդում են ֆիրմայի ռեսուրսների բաշխման, մատակարարման շղթայի պլանավորման և մոդելավորման վրա: Հետևաբար, այս բնութագրիչները մատակարարման գործընթացի կարևոր գործոններ են:

Մատակարարման շղթայի մոդելների դասակարգումը: ՄՇ-ների լայն տարածումը ենթադրում է նրա մոդելների դասակարգման տարբեր չափանիշներ: Դասակարգման ընթացքում խառնաշփոթից հնարավորինս խուսափելու համար՝ նախ

անդրադառնանք դասական դասագրքերում մաթեմատիկական մոդելների տարանջատմանը: Մաթեմատիկական մոդելները լինում են՝ դետերմինացված և ստոխաստիկ: Ինչպես նշել են Budnick et al. (1988), Silver (1981) and Zipkin (2000)–ը մատակարարման շղթայի որոշ մոդելների հիմքում ընկած է պաշարների կառավարման տեսությունը և մոդելավորումը: Այստեղ ներառում են և՛ դետերմինացված, և՛ ստոխաստիկ էլեմենտներ, և հետևաբար պետք է դիտարկել նաև մեկ այլ մոդելի տիպ, որը կլինի դրանց միավորումը՝ խառը տիպի մոդելներ: Կան հեղինակներ, որոնք որպես մոդելների տիպ առանձնացնում են նաև *SS /Information Technology IT-driven* / տիպը:

Ընդհանրացնելով, մատակարարման շղթայի մոդելները կարելի է դասակարգել հետևյալ կերպ. 1.դետերմինացված (ոչ հավանական), 2.ստոխաստիկ (հավանականային), 3.խառը և 4.SS-ի վրա հիմնված մոդելներ (*IT-driven*): (Տե՛ս Գծանկար 1. 3):

Գծանկար 1.3

Մատակարարման շղթայի մոդելները



Աղբյուր՝ H. Min, G. Zhou ” Supply chain modeling: past, present and future”, Computers & Industrial Engineering 43 (2002) p.240

Դետերմինացված մոդելներում ենթադրվում է, որ մոդելի բոլոր պարամետրերը հայտնի են և սևեռված, իսկ ստոխաստիկ մոդելներում հաշվի են առնում անորոշությունները և պատահական պարամետրերը: Դետերմինացված մոդելները իրենց հերթին բաժանվում են մեկ նպատակ ունեցող և բազմանպատակային մոդելների: Այս կատեգորիաների տարանջատումը ուղղված է մատակարարման

շղթայի տարբեր գործընկերների միջև առաջացող վեճերի համաձայնեցմանը: Վեճեր առաջանում են նպատակների սահմանման ընթացքում:

Ստոխաստիկ մոդելները բաժանվում են՝ օպտիմալ կառավարման ստատիկ և դինամիկ ծրագրման մոդելների:

Խառը մոդելներն ունեն և՛ դետերմինացված, և՛ ստոխաստիկ տարրեր, որոնք իրենց հերթին վերաբերում են և՛ հայտնի, և՛ անորոշ պարամետրերի:

Ըստ Shapiro-ի SS զարգացումը հանդիսանում է մատակարարման շղթայի համար հիմնական շարժիչ ուժը՝ բիզնես-գործընթացների նորարարացման և վերակառուցված համար [103 էջ 860]: IT-driven մոդելները նպատակ ունեն միավորել և համակարգել մատակարարման շղթայի պլանավորման տարբեր փուլեր՝ ներդնելով ծրագրեր, որոնք կբարելավեն մատակարարման շղթայի հասանելիությունը: Այդ մոդելներից են՝ տրանսպորտային կառավարման համակարգերը (TMS), հումքի պլանավորման մոդելները (MRP), ռեսուրսների բաշխման պլանավորման մոդելները (DRP) և այլն, որոնցից շատերը նշանակալի ազդեցություն ունեն մատակարարման շղթայի տեղեկատվության հոսքում:

Մատակարարման շղթաների մոդելները հնարավոր է դասակարգել նաև ՄՇ-ի խնդիրներից կամ միջավայրից կախված: Մատակարարման շղթաների կառավարման հիմնական խնդիրներից է տարբեր տեսակի գործունեության կոորդինացման համար համապատասխան մեխանիզմի կառուցումը:

Կարելի է ասել, որ գնորդի և վաճառողի միջև կոորդինացումն ապակենտրոնացված ցանցերում կատարյալ տեղեկատվության առկայության դեպքում որոշակիորեն ուսումնասիրվել է: Շատերը առաջարկել են քանակական զեղչերի քաղաքականությունը՝ որպես կոորդինացման մեխանիզմ: Munson և Rosenblatt-ը ընդգծել են, որ վերջինս բիզնեսի արդյունավետ կոորդինացման համար բավականին երկար ժամանակ լավագույն մեխանիզմներից մեկն է [93, էջ 352]: Քանակական զեղչի քաղաքականությունն առանձնանում է նրանով, որ այն խրախուսում է գնորդին իրացնել հնարավորինս շատ ապրանք և միաժամանակ կրճատում է մատակարարների ընդհանուր գործառնական ծախսերը:

Մատակարարման ցանցերի կոորդինացումը քանակական զեղչերի քաղաքականության միջոցով կատարյալ տեղեկատվության առկայության դեպքում գրականություն մեջ բաժանվում է երեք կատեգորիայի՝ *գնորդի տեսանկյունից դիտարկվող մոդելներ, վաճառողի և գնորդ-վաճառող մոդելներ* [38, էջեր՝ 353-354]:

Մոդելներում, որտեղ ներկայացվում է գնորդի տեսանկյունը, հեղինակները ստացել են գնորդի տեսական քանակական պատվերը՝ տարբեր գների դեպքում, որոնք առաջարկում են վաճառողները՝ որոշակի ենթադրություններից և սահմանափակումներից ելնելով: Նշված մոդելներում ենթադրվում է, որ առկա է քանակական զեղչերի հնարավորություն, և գնորդները այդ պայմաններում պետք է օպտիմացնեն իրենց պահանջները: Դեռ ավելին, ենթադրվում է, որ վաճառողները ունեն ամբողջական ինֆորմացիա գնորդների կառուցվածքային ծախսերի վերաբերյալ:

Վաճառողի տեսանկյունը ներկայացնող մոդելներում խնդիրը ուսումնասիրված է վաճառողների տեսանկյունից: Այստեղ հեղինակները ստացել են քանակական զեղչերի գնագոյացման շեմը, որը գնորդներին հնարավորություն է տալիս փոխել քանակի պատվերը՝ չդիսկոնտավորված գնից կախված: Գների շեմը շահավետ է վաճառողի համար այնքան ժամանակ, քանի դեռ գնորդներին տրամադրված զեղչերը չեն գերազանցում վաճառողի խնայողական ծախսերը:

Հետազոտությունների մեծ մասը կատարված է համատեղ գնորդ-վաճառող մոդելների համար: Այս մոդելները ներկայացնում են քանակական զեղչերի այնպիսի ստրատեգիա, որը մաքսիմացնում է համակարգի շահույթը, ի տարբերություն չկոորդինացված մոտեցման, այնպես որ համակարգի ոչ մի անդամ չի ստանում ցածր շահույթ: Մոդելի զարգացման ընթացքում հեղինակները տալիս էին մոդելի համար տարբեր ենթադրություններ, օրինակ՝ Shin և Benton [104, էջ 610], Zhou և Li [124, էջ 1030] դիտարկել են տարեկան պահանջարկը ստոխաստիկ, մինչդեռ հեղինակների մեծ մասը դիտարկել են տարեկան պահանջարկը դետերմինացված (կամ գնի նկատմամբ զգայուն, կամ հաստատուն):

1.3 Մատակարարման շղթաների կոորդինացման ստոխաստիկ մոդելավորումը

Մրցակցային միջավայրի աճող միտումներին համապատասխան ՄՇ-ում ի հայտ են գալիս մի շարք անորոշություններ կամ պատահական տարրեր, օրինակ՝ սպառողների պահանջարկը, պատվերի կատարման ժամանակը և արտադրական տատանումները: Ստոխաստիկ մոդելների միջոցով գնահատման ընթացքում հաշվի են առնվում նշված անորոշ և պատահական էլեմենտների առկայությունը: Առաջինը, ով իր աշխատանքում անդրադարձավ մատակարարման շղթայի ստոխաստիկային, Midler-ն էր: Նա կառուցեց դինամիկ ծրագրման մոդել՝ օպտիմալ կառավարման տեսության հիման վրա, որտեղ արդյունավետ ընտրություն էր կատարվում տրանսպորտային միջոցի տեսակի ընտրման, ապրանքների հոսքի և սպառողներից դեպի մատակարարներ տեղափոխման փոփոխության բազմաժամանակային պլանավորման հորիզոնում [91, էջ 15]:

Tapiero և Soliman-ն կիրառեցին օպտիմալ կառավարման տեսությունը բազմաապրանքային տեղափոխման, բազմառեգիոնալ և պաշարների պլանավորման խնդիրները լուծելիս, երբ պահանջարկը դիտարկվում է անորոշ: Չնայած հավաստիությանը՝ մոդելը լրացնող գծային և պարամետրական ծրագրերը առաջ բերեցին մի շարք հաշվարկային բարդություններ [114, էջեր՝ 314, 315]:

Lee և Billington-ը ստոխաստիկ ծրագրման միջոցով փորձեցին միավորել հումքի հոսքի կառավարման, արտադրության և բաշխման գործընթացները: Նրանց մոդելի հիմնական նպատակն էր յուրաքանչյուր ապրանքի համար որոշել հումքի պատվիրման քաղաքականությունը, սպառողներին մատուցող ծառայության մակարդակը և հետաձգման ռազմավարությունը [84, էջեր՝ 839-840]:

Նմանապես Lee և Feitzinger-ը և Swaminathan և Tayur-ը ներկայացրեցին ստոխաստիկ մոդելներ՝ հետաձգման ռազմավարության մաթեմատիկական ձևակերպում տալու համար: Մասնավորապես, Swaminathan և Tayur լուծեցին «պարզ արկղի» (vanilla box) խնդիրը, որտեղ կիսաֆաբրիկատների պահեստավորողները պահվում են «պարզ արկղում» այնուհետև վերածվում են վերջնական ապրանքի, որից հետո սպառողները պատվիրում են այն մատակարարման շղթայի սահմաններում]:

Այս մոդելում սպառողի պատվերները դիտարկվում են պատահական մեծություններ[110, էջ 162]:

Մի շարք հեղինակները իրենց աշխատանքներում փորձել են հնարավորինս կերպ հարթել առաջարկի և պահանջարկի միջև առաջացող անհամաձայնությունները: Նման փորձեր կատարել են Fisher, Hammond, Obermeyer, և Raman-ը, ովքեր կառուցել են ստոխաստիկ մոդելներ, որտեղ որպես նպատակ դրված էր թերարտադրության և գերարտադրության ծախսերի մինիմացումը: Հեղինակները գերարտադրության ծախսերը կապում են մատակարարման շղթայում առաջարկի և անորոշ պահանջարկի միջև անհամաձայնությունների հետ:

Մատակարարման շղթայում առաջարկի և պահանջարկի միջև անհամաձայնություններ առաջանում են, երբ փոփոխվում է սպառողի պահանջարկը: Lee-ն և մյուսները ուսումնասիրել են պատվերների փոփոխությունը որպես գործոն սպառողի պահանջարկը նկարագրելիս: Metters հետևելով Lee-ին կառուցել է դինամիկ ծրագրման մոդել, որի նպատակն է արտադրության սպասվող ծախսերի, պահեստավորման և ավելցուկային պահանջարկի հետ կապված ծախսերի մինիմացումը՝ սահմանափակումների բավարարման պարագայում:

Աշխատանքի երրորդ գլուխում անդրադարձել ենք վերը նշված խնդիրներից ՀՀ-ի էլեկտրաէներգետիկական մատակարարման շղթայում սպառողի պահանջարկի փոփոխությանը: Վերջինիս համար մեր կողմից ուսումնասիրված մոդելների արդյունքում ստացել ենք որոշակի գնահատականներ [տես՝ 3.2.3.էջ 96]:

ՄՇ-ի ստոխաստիկ մոդելավորումը ոչ հստակ բազմության տեսության միջոցով: Մատակարարման շղթայի դետերմինացված մոդելներում հիմնական ենթադրությունն այն է, որ վաճառողն ունի ամբողջական տեղեկատվություն գնորդի ծախսերի կառուցվածքի վերաբերյալ, որն այնքան էլ չի համապատասխանում իրականությանը: Շատ դեպքերում վախենալով կորցնել «ունեցվածքը»՝ մատակարարման ցանցի անկախ անդամները չեն հրապարակում իրենց ամբողջական տեղեկատվությունը: Այդ իսկ պատճառով, հաճախ մատակարարման ցանցին հասանելի տեղեկատվությունը կամ ամբողջական չէ, կամ ասիմետրիկ է: Նման պայմաններում հարց է առաջանում կիրառվող քաղաքականության ընտրության

առումով. այնպես, որ ստացվի նշանակալի կոորդինացիա մատակարարման ցանցի տարբեր անդամների միջև:

Տարբեր հեղինակների մոտ, երբ պարամետրերի հստակ արժեքները հասանելի չեն, մոդելի վերլուծության համար կիրառվում է ոչ հստակ բազմությունների տեսությունը [105, էջ 20]: Անորոշությունների կամ անհասանելիության պայմաններում ոչ հստակ բազմությունների տեսության կիրառումը ունի բարձր արդյունավետություն և լայն տարածում է գտել վերջին տարիներին: Ոչ հստակ բազմությունների սկզբունքը (կոնցեպցիան) օգտագործում է հնարավոր բաշխում՝ ի տարբերություն հավանականի բաշխման: Ոչ հստակ բազմությունների դեպքում սահմանները հստակ չեն և արդյունքում կարող են պատկանել տարբեր շարքերի տարբեր պատկանելիության ֆունկցիայի արժեքներով ($[0,1]$ միջակայքից) (տես Հավելված 1-ում [123, էջ 339]):

Ոչ հստակ բազմությունների սկզբունքն առաջին անգամ մշակել է Ջադեն 1965թ-ին՝ առաջացած անորոշությունները հստակեցնելու համար: Այնուհետև, ոչ հստակ բազմությունների մոտեցումը լայն տարածում է գտել տարբեր ասպարեզներում, օրինակ՝ Տնտեսական պատվերի քանակական (ՏՊՔ) մոդելներում, երբ պաշարի ծախսերը անորոշ են: Վերջինիս անդրադարձել է Park-ը 1987 թվականին: Նա պաշարի պահպանման ծախսերը ներկայացրել է տրապեզոդիական (սեղանանման) ոչ հստակ թվերի միջոցով: Vujosevic M և ուրիշները 1996-ին ՏՊՔ մոդելներում պաշարի պահպանման ծախսերի հետ ենթադրեցին, որ պատվերի ծախսերը ևս անորոշ են, և ոչ հստակ բազմությունների միջոցով ազատվեցին անորոշություններից: Նշված մոդելներում առաջանում են ապրանքային դեֆիցիտներ՝ կախված անորոշ քանակական պատվերների հետ [118, էջեր՝ 529-532]: Նշված խնդրին անդրադարձել են Yao և Lee, Yao և Chiang-ը և այլ հեղինակներ իրենք աշխատաքներում [119, էջեր՝ 91-92]:

Chen-ն և ուրիշները 1996թ-ին վերլուծեցին պաշարների կառավարման հետպահանջի օպցիոնով (backorder option) մոդելները՝ անորոշությունների պայմաններում [71, էջ 965]: Hsieh-ը 2002-ին ներկայացրեց պաշարների կառավարման մոդելներ՝ ոչ հստակ պարամետրերով, և ստացավ արտադրության օպտիմալ մակարդակը՝ օգտագործելով ինտեգրացված աստիճանաձև միջինի մեթոդը և

ընդլայնված Լագրանժյան մեթոդը: Հեղինակները ցույց տվեցին, որ որոշված մոդելը անորոշ մոդելի մասնակի դեպքն է [67, էջեր՝ 22-23]:

Gen et al -ը, Lee and Yao-ը, Lin and Yao-ը, Yao and Chang-ը, Yao and Su-ն դիտարկել են պաշարների կառավարման տարբեր խնդիրներ՝ կենտրոնանալով պաշարների կառավարման վրա առանց հետպահանջի և արտադրական պարշարների կառավարմանը՝ անորոշության պայմաններում: Chen, Wang-ը և Chiang-ը կիրառել են ոչ հստակ բազմությունների մեթոդը պաշարի ընդհանուր կառավարման ծախսերը որոշելու համար, անորոշություններից ազատվել են՝ օգտագործելով ինտեգրացված աստիճանաձև միջինի մեթոդը [38, էջեր՝ 31,32]:

Mahata-ն և ուրիշները 2005-ին ուսումնասիրել են համատեղ տնտեսական պահեստավորման չափերի (JELS) մոդելները: Հեղինակները ընդհանրացրել են Banerjee's-ի 1986թ-ի մոդելը՝ ենթադրելով, որ գնորդի համար պատվերի քանակը անորոշ փոփոխական է, իսկ մնացած պարամետրերը որոշված են: Այնուամենայնիվ, հեղինակները չեն ստացել կոորդինացման շահույթի չափը և մասնաբաժինների մեխանիզմը տարբեր գործընկերների համար [87, էջ 1768]:

Ուսումնասիրություններից ելնելով՝ կարող ենք ասել, որ պաշարների կառավարման մոդելներում անորոշության գործոններից ազատվելու համար ոչ հստակ բազմությունների սկզբունքը լայն տարածում է գտել: Ոչ հստակ բազմությունների սկզբունքը կիրառել են ՝ լուծելու համընդհանուր պահեստավորման խնդիրը՝ որոշելու դիսկրետ (ընդհատ) գների քանակը, քանակական զեղչը և պատվերի քանակը յուրաքանչյուր դիսկրետ (ընդհատ) գնի դեպքում՝ միասնական ծախսերը օպտիմացնելու համար: Արդյունավետ ալգորիթմ է մշակվել ինչպես վաճառողի, անպես էլ գնորդի տեսանկյունից՝ նշված խնդիրը լուծելու նպատակով: Շահույթի ձևավորման համակարգը բաժանել են գնորդի և վաճառողի միջև՝ հիմնվելով բավարարվածության միևնույն մակարդակի վրա: Այստեղ բավարարվածությունը չափվում է գծային պատկանելության ֆունկցիայի միջոցով, որը ստացվում էր՝ հիմնվելով «լավ» կամ «վատ» իրավիճակների վրա:

Eric Sucky-ը 2006թ-ին քննարկել է երկքայլ մատակարարման ցանցի կոորդինացման խնդիրը՝ ասիմետրիկ տեղեկատվության պայմաններում՝ ենթադրելով,

որ գնորդները կարող են նախօրոք տեղեկացվել ծախսերի կառուցվածքի միայն 2 խմբի մասին, որոնք որոշակի են, իսկ վաճառողը չգիտի, թե ենթադրյալ գնորդը, որ ենթադրյալ կլաստերին է պատկանում: Հեղինակը մշակել է գների շեմ, որպեսզի բաշխի գնորդներին՝ նախօրոք սահմանված կլաստերների մեջ: Այնուամենայնիվ, մոդելը սահմանափակ է, քանի որ այն բավարար ճկուն չէ և չի կարող ներառել գնորդի հնարավոր ծախսերի կառուցվածքի ընդարձակ սպեկտրը: Գնորդների ծախսերը կարող են պատկանել ցանկացած միջակայքի և ունենալ ցանկացած բաշխում: Հետևաբար, մասնավոր պարամետրի համար ստոխաստիկ բաշխման դիտարկումը լինում է անհնարին, քանի որ բացակայում է այդ պարամետրի անհրաժեշտ պատմական տվյալների բազան [109, էջեր՝ 255-259]:

Վերը նկարագրված ոչ հստակ բազմությունների տեսությունը մեր կողմից կիրառվել է Հայաստանի Հանրապետությունում էլեկտրաէներգիայի սպառումը գնահատելիս, որի համար ստացված արդյունքները ներկայացված են աշխատանքի երրորդ գլխում [Տես 3.3.2 էջ 95]:

1.4 Մատակարարման շղթայի կիրառությունը էլեկտրաէներգետիկայում

Վերջին տասնամյակների ընթացքում գլոբալ տնտեսությունում առանցքային ուսումնասիրման թեման է հանդիսանում վստահելի էլեկտրաէներգետիկ համակարգի ստեղծման գործընթացը: Մի շարք հետազոտություններ ցույց տվեցին, որ առկա էլեկտրաէներգետիկ համակարգի վստահելիության ապահովումը նույնական գործընթաց չէ և պահանջում է խորը և մանրակրկիտ ուսումնասիրություն: Էլեկտրաէներգետիկ համակարգի հասանելիության և վստահելիության կարևորությունը ընդգծելու համար կարելի է այն դիտարկել արդյունաբերական տեսանկյունից, օրինակ՝ ԱՄՆ-ում էլեկտրաէներգետիկ արդյունաբերությունն 2000թ ուներ ավելի քան կես տրիլիոն դոլար զուտ ակտիվներ, արտադրվում էր տարեկան 3.8 տրիլիոն կՎտժ էլեկտրաէներգիա և սպասարկում էր համախառն մասնավոր էներգիայի 40%-ը [57, էջեր՝ 41, 217-237]: Ընթացիկ էլեկտրաէներգետիկ համակարգը ԱՄՆ-ում չկարգավորման գործընթացից վերածվել է բարձր կարգավորվող համակարգի, ուղղահայաց ինտեգրման մենաշնորհային համակարգից դեպի

զարգացող մրցակցային շուկայի (2000թ-ին մեկ շնչին ընկնող էլեկտրաէներգիայի սպառումը կազմում էր 12158 կՎտժ մեկ տարվա ընթացքում, իսկ 1930թ-ին նույն ցուցանիշը կազմում էր 609 կՎտժ), դեռ ավելին սպառողներից շատերը հնարավորություն ունեին ընտրել էներգիայի իրենց մատակարարին [62, էջեր՝ 2-3]:

Նշված մրցակցային համակարգը նախատեսված է էներգետիկ համակարգերի օպերացիոն արդյունավետության բարձրացման համար՝ երաշխավորելով էլեկտրաէներգիայի առաջարկի ընդունված որակը և դրա վերջնական սպառողների նվազագույն ծախսերը: Այն նաև նպատակաուղղված է ապահովելու ավելի լավ պայմաններ կապիտալի ձևավորման համար, ավելի լավ դրդապատճառներ սպառողներին՝ չսպառելու, երբ ծախսերը գերազանցում են նրանց օգուտներին, և ավելի լավ նախապայմաններ՝ հետազոտությունների և զարգացման համար:

Վերակազմավորման այս գործընթացը նպաստեց էլեկտրաէներգիայի ոլորտի ազատականացմանը և աշխարհում էներգետիկ շուկաների ձևավորմանը: Ազատականացման գործընթացը սկիզբ է առել 1982թ. Չիլիում: ԱՄՆ-ում 1998-ին Կալիֆորնիայի անկախ համակարգային օպերատորը (California Independent System Operator) հիմնեց էլեկտրաէներգիայի ջրամբարներից կազմված էներգետիկ շուկա, որը, սակայն ծրագրի թերությունների պատճառով տապալվեց 2000 թվականին: ԱՄՆ-ի արևելյան շուկաները՝ PJM-ը, ISO New England և New York ISO-ն, սկսել են շահագործվել համապատասխանաբար 1997-ին, իսկ վերջին երկուսը՝ 1999-ին, և հաջող կերպով շահագործվում են մինչ օրս: Նոր Զելանդիայի և Ավստրալիայի էներգետիկայի շուկաների շահագործումը սկսվել է համապատասխանաբար 1996 թվականին և 1998 թվականին

էլեկտրաէներգետիկ արդյունաբերությունում նման չկարգավորվող գործընթացի առկայությունը հանգեցրեց խորը և մանրամասն ուսումնասիրությունների, որոնք նպատակաուղղված էին համաձայնեցնել զարգացող էլեկտրաէներգետիկ մատակարարման շղթայի կառուցվածքը արդի պահանջներին, ինչպես նաև մշակել նոր մոտեցում (պարադիգմա)՝ էլեկտրաէներգետիկ շուկայի մոդելավորման, վերլուծության և համակարգման համար [122, էջեր 1-2]:

Smeers ներկայացրել է էներգետիկ շուկայի բազմաթիվ մոդելներ, որոնք միմյանցից տարբերվում են հզորություններով: Hogan-ը առաջարկել է շուկայի հզորության մոդելը ուսումնասիրել փոփոխվող էլեկտրաէներգիայի տեղափոխման ցանցի պարագայում [66, էջ 6]: 2005 թվականին Chen և Hobbs -ը առաջարկել են էլեկտրաէներգետիկական շուկայի օլիգապոլիկ մոդել և ներկայացրել են այն Պենսիլվանիայի, Նյու Ջերսիի և Մարիլենդի շուկաների օրինակով [40, էջ 120]: Neuhoff և մյուսները ուսումնասիրել են ոչ կարգավորվող էներգետիկական շուկայի հավասարակաշռությանը վերաբերող հիմնական տեսակետներ և կատարել են որոշակի ենթադրություններ [100, էջ 518]:

Nagurney and Matsypura-ն ներկայացրել են էլեկտրաէներգետիկայի մատակարարման շղթայի ցանցային մոդել, որն ինտեգրման հնարավորություններ է ընդձեռում էլեկտրաէներգիա արտադրողներին, մատակարարներին, տեղափոխողներին, այնպես ինչպես սպառողներին: Նրանց հիմնական նպատակն է մոդելավորել և վերլուծել էլեկտրաէներգետիկական շուկաները, մասնավորապես կառուցել մատակարարման շղթայի ցանցային մոդել՝ էլեկտրաէներգիայի արտադրողների, մատակարարների, տեղափոխում իրականացնողների և սպառողների համար, որտեղ որոշում կայացնողները գործում են ապակենտրոնացված: Նշված մոդելը տարբերվում էր մյուս մոդելներից (Jing-Yuan և Smeers [69, էջ 102], Takriti, Krasenbrink, և Wu [111, էջ 268], Boucher և Smeers [33, էջ 822], Daxhelet և Smeers [50, էջեր՝ 85-86]) նրանով, որ հեղինակները նախ կենտրոնացել են տարբեր տիպի որոշում կայացնողների վրա և մոդելավորել նրանց վարքը և ուղղակի փոխազդեցությունները: Դեռ ավելին, նրանք ոչ միայն հաշվարկել են էլեկտրաէներգետիկ մատակարարման շղթայի ցանցային մոդելում էլեկտրաէներգիայի հավասարակշիռ հոսքերը, այլև տարբեր տեղափոխումներին համապատասխան գները՝ որոշում կայացնողների աղեղների միջև [96, էջ 129]:

Wu և մյուսները ներկայացրել են էլեկտրաէներգիայի մատակարարման շղթայի դինամիկ մոդել: Մոդելում ուշադրությունն ուղղվել է էլեկտրաէներգիայի արտադրողների վրա, որոնք ձևավորում են միավոր պորտֆել, այնուհետև՝ էլեկտրաէներգիայի մատակարարման շղթայի ցանցի և տեխափոխման ցանցի վրա:

Էլեկտրաէներգերիայի մատակարարման շղթայի և այլ էներգետիկական շուկաների միջև հարաբերությունները հետաքրքրել են տարբեր հետազոտողների[121, էջ 174]: Emery և Liu-ն փորձնականորեն գնահատել են էլեկտրաէներգետիկայի և բնական գազի ֆյուչերսային պայմանագրերի գների միջև կոինտեգրման հնարավորությունները [56, էջ 95]:

Routledge, Seppi, և Spatt-ը կենտրոնացել են բնական գազի և էլեկտրաէներգետիկական շուկաների միջև հարաբերությունների վրա և ուսումնասիրել են էլեկտրաէներգետիկ համաձայնագրերի հավասարակշիռ գները [101, էջ 2]: Deng, Johnson, and Sogomonian-ի ներկայացրել են իրական օպցիոնների տեսություն՝ գազի և էլեկտրաէներգիայի գների հարաբերությունները մոդելավորելու համար [52, էջ 383]: Huntington և Schuler, ուսումնասիրելով Հյուսիսային Ամերիկայի բնական գազի շուկան, նշել են, որ պատմականորեն, նավթի գինը և բնական գազի գինը ունեն 10:1 կշռային հարաբերություն [68, էջ 19]:

Matsypura, Nagurney, and Liu ներկայացրել են առաջին միավորված ցանցային մոդելը՝ վառելանյութի մատակարարման ցանցը և էլեկտրաէներգետիկ մատակարարման շղթայի ցանցը: Նրանց մոդելում հիմնական շեշտադրումը դրված է էլեկտրաէներգիայի սեփականության համաձայնագրերի և շուկայի մասնակիցների որոշում կայացնելու գործընթացի վրա, նրանք շրջանցել են էլեկտրաէներգիայի տեղափոխման ցանցի ֆիզիկական սահմանափակումները և էլեկտրաէներգիայի պահանջարկի վարիացիաները: Դեռ ավելին, էմպիրիկ արդյունքներ չեն ներկայացվել [89, էջեր՝ 3-4]:

Z.Liu և A. Nagurney-ն առաջարկել են վառելիքի մատակարարման շուկայի առկայությամբ էլեկտրաէներգիայի ցանցային մոդել, որտեղ քննարկվել են էներգետիկական շուկայի տնտեսական ցանցի համաձայնագրերը, էլեկտրաէներգետիկական ցանցի ֆիզիկական տեխափոխումների սահմանափակումները, որոնք կարևոր դեր են խաղում էլեկտրաէներգիայի գների ռեգիոնալ տարբերությունները բացատրելիս [86, էջեր՝ 601-602]:

Վերը ներկայացրած ցանցերից շատերը միավոր են, որտեղ հանգույցները միանման են, իսկ հանգույցների միջև փոխազդեցությունները՝ միատեսակ: Kurant and

Thiran-ը նշել են, որ «չնայած ցանցերից շատերը դիտարկվում են որպես առանձին օբյեկտներ, նրանք հաճախ բարդ համակարգի մի մասն են, որտեղ մի շարք տոպոլոգիաներ ազդում են և կախված են միմյանցից» [76, էջ 138701-1]: Դա նշանակում է, որ տիպային բարդ համակարգը կարելի է նկարագրել որպես սուպերցանց կամ ցանցերից կազմված ցանց [Anderson M, Chowdhury D. և Stauffer D], որտեղ ցանցերը կրկնօրինակում են իրար: Նման համակարգը հանդիսացավ ուսումնասիրման առարկա և որպես առաջին քայլ՝ հասկանալու նման բարդ սուպերցանցերը [95, էջ 227]:

Kurant և Thiran տրանսպորտային համակարգում օգտագործեցին սուպերցանց երկու մակարդակով, համապատասխանաբար, ֆիզիկական ենթակառուցվածքի և երթուղային շարժի հոսքերի համար: Մոդելի տարբերությունը մյուս բազմաաղեղային ցանցերից կայանում է նրանում, որ ցանցերը տարբեր մակարդակներում կրկնվում են՝ կիսելով նույն հանգույցները: Ընդհանուր հանգույցները, որոնք կիսվում են ցանցի բաղադրիչների կողմից հանդես են գալիս որպես միջանկյալ կապող հանգույցներ: Դրանք ուսումնասիրվում են իրական կյանքի բարդ համակարգերում: Հետազոտություններում օգտագործվում են երկմակարդակային ցանցերը, որոնք կազմված են երկու ցանցերից [75, էջ 138701-2]:

Գլուխ 2: ՀՀ էլեկտրաէներգետիկական և տարածաշրջանային շուկաների կառուցվածքն ու մասնակիցները

Համաշխարհային էներգետիկայի արդի իրավիճակը նկարագրվում է միջազգային էներգետիկայի շուկայում մասնակիցների միջև գոյություն ունեցող տնտեսական, ֆինանսական, քաղաքական և մի շարք այլ տեսակի հարաբերությունների ձևավորման ընթացքում ստեղծվող որոշակի լարվածությամբ: Վերջին տասնամյակներում աշխարհի շատ երկրներում էլեկտրաէներգիայի արդյունաբերությունը կենտրոնացված օպերացիոն մոդելից վերափոխվել է ազատ մրցակցային: Այս վերակազմավորման գործընթացը հիմք հանդիսացավ էլեկտրաէներգիայի ոլորտի ազատականացմանն և աշխարհում էներգետիկ շուկաների ձևավորման համար: Էլեկտրաէներգիայի արտադրությունը ներառում է բաշխման և մրցակցային արտադրությունները: Մրցակցության բարձրացման հաշվին շուկայում ձևավորվում է էլեկտրաէներգիայի գինը և կրճատվում են արտադրական զուտ ծախսերը [22]:

Միջազգային շուկաններում էներգետիկայի նկատմամբ պահանջարկի դինամիկան ցույց է տվել, որ մի շարք տարբեր գործոնների ազդեցությամբ ավանդական էներգետիկ ռեսուրսների (նավթ, գազ, ածուխ և այլն) դերը աստիճանաբար փոփոխվում է: Այժմյան նավթագազային շուկայում ձևավորվում է նոր էներգետիկ իրականություն: Այդ շուկանների շարքին են պատկանում ԱՄՆ-ի շուկան, Եվրոպական, Մերձարևելյան և Արևելյան Ասիայի, ինչպես նաև Միջին Արևելքի, Ռուսաստանի և Կենտրոնական Ասիայի, հարավային և Հարավարևելյան Ասիայի շուկաները, որտեղ տեղակայված են գազի հեռանկարային մատակարարները և սպառողները:

Զարգացող երկրների բնակչությունը կազմում է երկրագնդի բնակչության մոտ 80%-ը⁴, բայց նրանք սպառում են շրջանառվող էներգիայի մոտավորապես 30%-ը⁵:

⁴[2014 World Population Data Sheet. Population Reference Bureau](http://www.prb.org/pdf14/2014-world-population-data-sheet_eng.pdf)

http://www.prb.org/pdf14/2014-world-population-data-sheet_eng.pdf

⁵<http://www.eia.gov/forecasts/aeo/data/browser/#/?id=1-IEO2016®ion=0-0&cases=Reference&start=2010&end=2040&f=A&linechart=Reference-d021916a.2-1-IEO2016&chartindexed=1&sourcekey=0>

էներգիայի պահանջարկը աճում է կյանքի պայմանների բարելավման հետ զուգահեռ, այդ իսկ պատճառով էներգիայի ստացման անհրաժեշտությունը ընդլայնվում է:

ՀՀ էլեկտրաէներգետիկական շուկայի առանձնահատկությունները ավելի պատկերավոր ներկայացնելու համար նախ անդրադառնանք միջազգային մրցակցային և տարածաշրջանային էլեկտրաէներգետիկական շուկաներին, այնուհետև կներկայացնենք ՀՀ էլեկտրաէներգետիկական շուկան:

2.1. Միջազգային էլեկտրաէներգետիկական շուկաների ընդհանուր նկարագիրը

Վերջին տարիներին համաշխարհային տնտեսության էներգետիկայի ոլորտում տեղի են ունենում լայնամասշտաբ փոփոխություններ: Մի շարք երկրներում նշանակալիորեն մեծացել է այլընտրանքային էներգիայի կշիռը ընդհանուր արտադրությունում, փոփոխությունների արդյունքում մեծացել է ածուխի և բնական գազի գների միջև տարբերությունը: Ինչպես նշում են «Boston Consulting Group»-ի մասնագետները, այլընտրանքային էներգիայի արտադրության կշռի մեծացումը եվրոպական շուկայում ունի իր հետևանքները: Մի կողմից բարձրանում են վերջնական սպառողների համար սակագները, որն էլ հանգեցնում էներգետիկական ընկերությունների ռիսկերի մեծացմանը: Մյուս կողմից՝ այլընտրանքային էներգիայի մատակարարումը իրականացվում է շուկայից դուրս, որի հետևանքով կրճատվում է ավանդական աղբյուրների միջոցով ստացված էլեկտրաէներգիայի վերամշակումը:

Ինչպես գիտենք տնտեսագիտության մեջ տարբերվում են շուկայի 4 հիմնական մոդելներ՝ կատարյալ կամ զուտ մրցակցային (pure competition), զուտ մոնոպոլիա (pure monopoly), մոնոպոլիստական մրցակցություն (monopolistic competition) և օլիգոպոլիա (oligopoly): Էներգետիկական շուկաների համար նման տարանջատումը պայմանավորված է մի շարք հիմնական գործոններով, որոնցից են՝

- ոլորտում իրականավոր բարեփոխումների նպատակաուղղվածությունը, օրինակ՝ էներգաարդյունավետության բարձրացումը, էլեկտրաէներգիայի գնի նվազեցումը, էներգամատակարարման բարելավումը մրցակցության բարձրացման հաշվին, մանավորեցումը կամ ներդրումների ներգրավումը,

- առկա արտադրական հզորությունների կառուցվածքը՝ ըստ տեսակի և տարածաշրջանի,
- էներգահամակարգի կենտրոնացվածության աստիճանը,
- մեծածախ և մանրածախ գների ձրավորման և կարգավորման գործընթացում պետական միջամտության աստիճանը,
- ճյուղում ներդրումների իրականացման աղբյուրները:

Ներկային տնտեսության պայմաններում կարելի է առանձնացնել էլեկտրաէներգիայի շուկաների կազմակերպման հետևյալ հիմնական մոդելները. [30 էջեր՝ 51, 52, 54, 56, 59]

✓ *ուղղահայաց ինտեգրված շուկաներ,*

Ուղղահայաց ինտեգրված շուկաներում (բնական մոնոպոլիաներ) էլեկտրաէներգիայի արտադրությունը, բաշխումը և մատակարարումը իրականացվում է ուղղահայաց ինտեգրված ընկերությունների միջոցով: Նման մոդելներում բացառվում է սպառողի կողմից մեծածախ և մանրածախ մատակարարի ընտրությունը: Շուկայում մոնոպոլ ընկերության հետ զուգահեռ կարող են նաև գործել անկախ արտադրող ընկերություններ և վաճառողներ: Նրանք կարող են վաճառել կամ գնել էլեկտրաէներգիա մոնոպոլ դիրքերում գտնվող ընկերությունից՝ որոշակի պայմանագրերի հիման վրա: Սպառողի համար էլեկտրաէներգիայի սակագները սահմանվում են համապատասխան մարմնի կողմից: Վերջինս որոշվում է անհրաժեշտ հասույթի ապահովման համար կատարված միջին ծախսերով: Ֆրանսիայի, Ճապոնիայի, ԱՄՆ-ի և Կանադայի որոշ նահանգների, ինչպես նաև զարգացող երկրներից շատերի էլեկտրաէներգետիկ շուկաները ուղղահայաց ինտեգրված շուկաներ են:

✓ *միակ գնորդով շուկաներ,*

Միակ գնորդով շուկաներում էլեկտրաէներգիայի արտադրություն իրականացնում են իրարից անկախ տարբեր ընկերություններ, բայց մեծածախ գնորդը շուկայում մեկն է: Այս մոդելը իր կառուցվածքով համապատասխանում է ոչ կատարյալ մրցակցային շուկաների կառուցվածքին: Արտադրող ընկերությունների համար շուկայում կան մրցակցային պայմաններ, իսկ գնորդը շուկայում ունի մոնոպոլ դիրք: Չինաստանի,

Կորեային Հանրապետության, Լատինական Ամերիկայի որոշ երկրների էլեկտրաէներգետիկ շուկաները նկարագրվում են միակ գնորդով շուկաների մոդելով:

✓ *մեծածախ շուկայի մրցակցային մոդել,*

Այս մոդելն էապես տարբերվում է մյուս մոդելներից, այստեղ գործում է ոչ թե մեկ, այլ մի քանի մատակարարմամբ զբաղվող ընկերություններ, որոնք որպես կանոն չեն զբաղվում էլեկտրաէներգիայի արտադրությամբ, և ապահովում են միայն իրենց տարածքում գտնվող սպառողների պահանջարկը: Նրանք պատասխանատվություն են կրում էլեկտրաէներգիայի հուսալի մատակարարման համար և կարգավորվում են տարածաշրջանային կամ տեղական ինքակառավարման մարմինների (էներգետիկ հանձնաժողովների) կողմից:

✓ *մեծածախ և մանրածախ շուկաների մրցակցային մոդել*

Աստեղ մրցակցային պայմաններ են ապահովված և՛ մեծածախ, և՛ մանրածախ շուկայի մասնակիցների համար: Էլեկտրաէներգիայի վաճառքով զբաղվող ընկերություններից յուրաքանչյուրը կարող է մատակարարել էլեկտրաէներգիա ցանկացած սպառողի (սպառողների ընտրությունն ազատ է): Նրանք չեն հանդիսանում էլեկտրաէներգիայի բաշխման ցացնի սեփականատեր, այլ միայն զբաղվում են վերավաճառքով:

Որպես էլեկտրաէներգիայի շուկայի կազմակերպման մոդել կարելի է առանձնացնել նաև «Երկկողմանի պայմանագրերով շուկաները», որտեղ էլեկտրաէներգիայի ֆիզիկական մատակարարման համար պայմանագրեր են կնքվում արտադրող ընկերությունների և մատակարարի կամ վերջնական սպառողների միջև: Էլեկտրաէներգիայի առաքման պայմանագրեր կարող ենք կնքվել նաև որոշակի բեռնվածքի, որոշակի ժամանակահատվածի համար, օրինակ՝ «բազային» կամ «պիկային» մակարդակներին համապատասխան ծավալների համար:

Էլեկտրաէներգիայի շուկաների կազմակերպման մոդելներից յուրաքանչյուրը գնահատվում է՝ հաշվի առնելով մոդելը կազմող բոլոր գործոնները, այդ թվում առաջին հերթին վերամշակված և սպառված էլեկտրաէներգիայի ավտոմատացման աստիճանը, էներգահամակարգը կազմող անհրաժեշտ կառույցների առկայությունը,

վերահսկողության և կարգավորման արդյունավետ կազմակերպման ուղղությունները, սպառողների վճարունակությունը և այլ գործոններ: Այսպիսով, ազգային էներգետիկական շուկայի համար մոդելի ընտրությունը բավականին բարդ և փուլային գործընթաց է, չնայած համաշխարհային շուկայում առկա է բարեփոխումների իրականացման մի շարք մոդելներ, որոնք ունեցել են իրենց դրական ազդեցությունը ընդհանուր էներգահամակարգի և տնտեսության զարգացման գործընթացում:

Մրցակցային շուկաներում արտադրողների և սպառողների միջև էներգիայի առևտուրը ավելի պարզ ներկայացնելու համար սովորաբար կարելի է դիտարկել երկու հիմնական մասնակիցների: Դրանք են էներգետիկական *միասնական շուկաները (pool)* և *ֆյուչերսային շուկաները*:

Միասնական շուկան առևտրային հրապարակ է, որտեղ իրականացվում է էներգիայի կարճաժամկետ առևտուրը: Այն ընդգրկում է՝ [44, էջեր՝ 2-4]

1. նախօրյա շուկաները (A day-ahead market),
2. համաձայնեցված շուկաները (Several adjustment markets not in US markets).
3. հավասարակշռող շուկաները (որոնք սովորաբար կոչվում են իրական ժամանակով շուկաներ) (Balancing markets also called real-time markets):

Միասնական շուկաներում վաճառվող էներգիայի հետ կապված բանակցությունները իրականացվում են նախօրյա շուկաներում՝ մինչ համաձայնեցված շուկաները կարգավորում են նախօրյա շուկաներում էներգիայի մաքրման գործընթացները: Հավասարակշռող շուկաները հնարավորություն են տալիս վերջին պահին էներգիայի շուկայում կարգավորումներ կատարել, այսինքն՝ ապահովում են հավասարակշռություն առաջարկի և պահանջարկի միջև:

Նախօրյա և համաձայնեցված շուկաները, ընդհանուր առմամբ, ծածկում են օրվա ընթացքում էներգետիկ գործարքների ծավալը: Համաձայնեցված շուկաները նման են նախօրյա շուկաներին, բայց հավասարակշռություն հաստատվում է էներգիայի մատակարարման ժամանակ: Համաձայնեցված շուկաներում հնարավոր է ծածկել առևտրի ավելի փոքր մասը: Հավասարակշռող շուկան ապահովում է առաքված այն էներգիայի կարճաժամկետ ծածկումը, որը չի իրացվում սարքավորումների խոտանների կամ որոշ աղբյուրների ընդհատվող բնույթի պատճառով (օրինակ քամու

կամ ջերմաարեգակնային էլեկտրակայանների): Այն թույլ է տալիս ծածկել բեռնման շեղումները և երբեմն գործ է ունենում տեղափոխման սահմանափակումների (transmission constraints) հետ:

Ֆյուչերսային շուկան աճուրդային շուկա է, որում մասնակիցները գնում և վաճառում են ֆիզիկական և ֆինանսական արդյունք, հետագայում՝ կոնկրետ նշված ժամկետում (միջին կամ երկարաժամկետ հատվածում) առաքման համար: Այս արտադրանքը կոչվում է ածանցյալ, կամ ածանցյալ արտադրանք: Ֆյուչերսային շուկայի ամենանշանակալի առանձնահատկությունն այն է, որ այն հնարավորություն է տալիս ապագայում վաճառել ֆիզիկական և ֆինանսական ապրանքներն այսօրվա գներով: Այսպիսով, ֆյուչերսային շուկաները արդյունավետ են, եթե միասնական շուկայում էլեկտրաէներգիայի գները խիստ անորոշ են: Ֆյուչերսային շուկաներում արտադրողը հաճախ օգտագործում է շուկան՝ վաճառելու համար իր արտադրանքը կայուն գներով, և հակառակը, սպառողներն ու վերավաճառողները օգտագործում են այս շուկան՝ էներգիան կայուն գներով գնելու համար[44 էջեր՝ 9,10]:

Անվտանգության համակարգի իրականացման և էներգիայի ստացումն ապահովելու համար անհրաժեշտ են նաև այլ շուկաներ, դրանք են՝ պահուստային և կարգավորման շուկաները (reserve and regulation markets)[44 էջեր՝ 11,12]:

Պահուստային շուկան մաքրվում է օրական մեկ անգամ, ապահովում է ռեզերվային էներգիա, որը ծածկում է գործունեության ընթացքում սարքավորումների խափանումները, պահանջարկի կտրուկ տատանումները և ընդհատվող էներգիայի արտադրությունը ոչ պլանավորված աղբյուրներից, ինչպիսիք են՝ քամու և ջերմաարեգակնային էներգիայի արտադրության սարքավորումները: ԱՄՆ-ի շուկայի մեծ մասում էներգիան և պահուստները օպտիմացվում են համատեղ՝ օգտագործելով պարզագույն մաքրման գործընթաց, որը ներառում է թե՛ էներգիան, թե՛ պահուստները: Կարգավորման շուկաները⁶ պահպանում են արտադրության և սպառման միջև անընդհատ հավասարակշռություն՝ ժամանակային ծանրաբեռնվածության բոլոր հնարավոր տարբերակների և էլեկտրաէներգետիկ

⁶Automatic Generation Control, AGC

համակարգի համար պահանջվող բարձր տեխնոլոգիաների դեպքում: Կարգավորման շուկաները մաքրվում են օրը մեկ անգամ՝ մեկժամյա կտրվածքով:

Էլեկտրաէներգիայի շուկաները բազմաապրանքային շուկաներ են, որոնք ներառում են ամենաքիչը 4 ապրանքատեսակ՝ էներգիա, պահուստ, կարգավորում և հավասարակշռված էներգիա: Էներգիան հիմնական ապրանքատեսակն է [44, էջ 11]:

Էլեկտրաէներգետիկական շուկայի մասնակիցներն են՝ *սպառողները, վերավաճառողները, արտադրողները և չվերահսկվող արտադրողները* [44, էջեր՝ 4-6]:

1. *Սպառողները* Էլեկտրաէներգիայի վերջնական օգտագործողներն են: Նրանք կարող են գնել Էլեկտրաէներգիա ֆյուչերսային կամ միասնական շուկայում, ինչպես նաև կարող են երկկողմանի պայմանագրեր կնքել արտադրողների հետ, կամ ձեռք բերել էներգիա վերավաճառողներից: Սպառողի նպատակն է նվազագույնի հասցնել գնման (սպառողական) ծախսերը կամ առավելագույնի հասցնել Էլեկտրաէներգիայի օգտագործումից ստացված օգտակարությունը:

Բացի այդ, սպառողները կարող են մասնակցել պահուստային շուկաներին, եթե անկախ համակարգային օպերատորի կողմից ներկայացված սահմանափակումների շրջակայքում կարող են փոխել իրենց սպառումը: Սպառողները կարող են նաև մասնակցել հավասարակշռող շուկայի գործընթացներին, եթե շուկայի սպառման մոդելը տարբերվում է միասնական շուկայում հաստատվածից:

2. *Վերավաճառողները* Էլեկտրաէներգիա են մատակարարում այն սպառողներին, որոնք ուղղակիորեն չեն մասնակցում էներգետիկական շուկաներին: Վերավաճառողի նպատակը վաճառված Էլեկտրաէներգիայից ստացված շահույթի առավելագույնի հասցնելն է: Նա պետք է գնի որքան հնարավոր է էժան, որպեսզի մատակարարի իր սպառողներին հնարավորինս ցածր գներով, այլապես սպառողները կհրաժարվեն այս վերավաճառողից և կդիմեն ուրիշին: Շուկաները նույն դերն են խաղում, ինչ վերավաճառողները, բայց կարող են նաև միջնորդ հանդիսանալ արտադրողների և վերավաճառողների միջև:

3. *Արտադրողները* այն կազմակերպություններն են, որոնք Էլեկտրաէներգիայի արտադրության ոլորտում ունեն արտադրական միավորումներ: Արտադրողը կարող է Էլեկտրաէներգիա վաճառել կամ էներգետիկ շուկաներին (pool և ֆյուչերսային շուկա),

կամ ուղղակիորեն սպառողներին ու վերավաճառողներին՝ երկկողմանի պայմանագրերի հիման վրա: Արտադրողի նպատակն էլեկտրաէներգիայի վաճառքից առավելագույն շահույթ ստանալն է:

Արտադրողը կարող է մասնակցություն ունենալ թե՛ պահուստային, թե՛ կարգավորող շուկաներում՝ մատակարարելով պահուստային էներգիա պահուստային շուկաներին և ապահովելով էներգիայով կարգավորվող շուկաներին: Արտադրողը կարող է մասնակից լինել նաև հավասարակշռող շուկայում՝ ծածկելով շուկայի ավելցուկային պահանջարկը (արտադրության պակասուրդը):

4. *Չվերահսկվող արտադրողները* ոչ վերահսկվող աղբյուրներով արտադրող կայաններն են, օրինակ՝ քամու կամ ջերմաարեգակնային էներգիայի կայանները: Չվերահսկվող արտադրողները ձգտում են մաքսիմացնել իրենց շահույթը, որը ստացվում է դիսկրետ ձևով՝ արտադրվող էներգիան միասնական շուկայում վաճառքից:

Չվերահսկվող արտադրողները հավասարակշռող շուկայում ծածկում են միասնական շուկայում հաստատված արտադրական մակարդակի շեղումները:

Էներգետիկական շուկաների ինստիտուցիոնալ գործակալներն են՝ *շուկայի օպերատորը, անկախ համակարգային օպերատորը և շուկայի կարգավորողը* [44 էջ 6]:

1. *Շուկայի օպերատորը*: Սա ընդհանուր առմամբ շահույթ չհետապնդող կազմակերպություն է, որը պատասխանատու է ամբողջ առևտրային հրապարակի տնտեսական կառավարման համար: Բացի այդ, շուկայի օպերատորը կառավարում է շուկայի օրենքները և որոշում շուկայում վաճառվող էներգիայի գները և քանակը: Որոշ դեպքերում շուկայի օպերատորը շահույթ ակնկալող կարգավորվող կազմակերպություն է:

2. *Անկախ համակարգային օպերատորը* շահույթ չհետապնդող կազմակերպություն է, որը պատասխանատու է էներգետիկայի շուկային պատկանող էլեկտրաէներգիայի համակարգի տեխնիկական կառավարման համար: Անկախ համակարգային օպերատորը պետք է ապահովի հավասար մուտք դեպի ցանցը բոլոր սպառողների, վերավաճառողների և արտադրողների համար, և ձգտի հեշտացնել առևտուրը՝ գնող և վաճառող գործակալների միջև: Անկախ համակարգային

օպերատորը կառավարում է ընդհանուր առմամբ պահուստային և կարգավորող շուկաները, և օգնում է շուկայի օպերատորին մաքրել հավասարակշռող շուկան:

3. *Շուկայի կարգավորողը* կառավարությունից անկախ կազմակերպություն է, որի հիմնական գործառույթն է վերահսկել շուկան և ապահովել դրա մրցակցային և նորմալ գործունեությունը: Բացի այդ, կարգավորողը նպաստում և ապահովում է հրամանների իրականացումն ու բաշխումը շուկայում:

Որոշ շուկաներում (օրինակ՝ PJM Interconnection և ISO New England) անկախ համակարգային օպերատորի և շուկայի օպերատորի գործառույթները իրականացվում է մեկ կազմակերպության կողմից: Այդ կազմակերպության դերն է կատարում անկախ համակարգային օպերատորը, որը պատասխանատու է թե՛ համակարգի տեխնիկական վերահսկման, թե՛ շուկայի տնտեսական կառավարման համար: Ինչևէ, ֆյուչերսային շուկաները կառավարվում են շահույթ հետապնդող անկախ կազմակերպությունների կողմից, ինչպիսիք են APX-ը կամ ICE-ն:

Եվրոմիության երկրների էներգետիկական շուկաների ընդհանուր բնութագիրը

ԵՄ երկրներում էներգետիկական շուկաների ազատականացման գործընթացը չէր ենթադրում էլեկտրաէներգետիկական համակարգը կազմող ընկերությունների պարտադիր մասնավորեցում: Այդ պատճառով շատ երկրներում (Իտալիա, Շվեդիա) դեռ պահպանվում են արտադրական ընկերություններ, որոնց բաժնետոմսերի մեծ մասը պատկանում է կառավարությանը: ԵՄ-ի էներգետիկական շուկայում մեծ կշիռ են կազմում՝ Ֆրանսիայի, Պորտուգալիսայի և Բելգիայի էլեկտրաէներգետիկ շուկաները:

Եվրոմիության երկրների մեծ մասի էներգահամակարգում էլեկտրաէներգիայի մատակարարում և կառավարում իրականացվում են օպերատորների միջոցով: Ընդհանուր համակարգում գործում են 34 համակարգային օպերատորներ, որոնք միավորված են EONTS-կազմակերպությունում: Էներգետիայի օրենքի երրորդ մասի համաձայն ընկերությունը իրականացնում է համաեվրոպական պլանավորում և կոորդինացիա զուգահեռ գործող էներգահամակարգերում:

ԵՄ-ի ղեկավարությունը ստեղծել է էլեկտրաէներգիայի մատակարարման համընդհանուր պայմաններ ԵՄ-ի անդամ երկրների սպառողներին համար:

Շուկայում մրցակցային պայմանները ներառում են՝ մատակարարի ազատ ընտրություն, նոր հզորությունների ներդրման մրցութային համակարգեր, CO₂ արտանետումների կրճատում: Բարեփոխումների արդյունքում եվրոպական էլեկտրաէներգետիկական շուկան իրենից ներկայացնում է Բալթյան, Արևելյան, Կենտրոնական Եվրոպայի, Արևմտյան Կենտրոնական Եվրոպայի, Հարավային Կենտրոնական Եվրոպայի, Հյուսիսային Եվրոպայի, Հարավ-արևմտյան Եվրոպայի և Ֆրանսիա-Անգլիա-Իռլանդիա տարածաշրջանների շուկաների համախմբություն: Ամենազարգացածը համարվում է Հյուսիսային Եվրոպայի շուկան, մասնավորապես Սկանդինավյան հատվածը: Այդ շուկայում եվրոպական մյուս երկրների համեմատ ամենացածր գներն են, իսկ իրացվելիությունը գերազանցում է 30%-ը: ԵՄ-ի տարածաշրջանում գործում են էլեկտրաէներգիայի 9 հիմնական բորսաներ՝ «NordPool», EEX, IPEX, «Powernext», APX NL, APX UK, «Belpex», «Endex», «Omel» [24, էջ 43]: Վերջին տարիներին արդյունավետության բարձրացման և նոր համագործակցության նպատակով բորսաները շարունակում են միավորվել, ինչի արդյունքում էլ ընդլայնվում է տարածաշրջանի գործունեությունը: Բոլոր բորսաներում առևտուրը իրականացվում է «նախօրյա» համակարգով, որոշ երկրներում գործում են նաև օրական, հավասարակշռող և ֆյուչերսային շուկաներ:

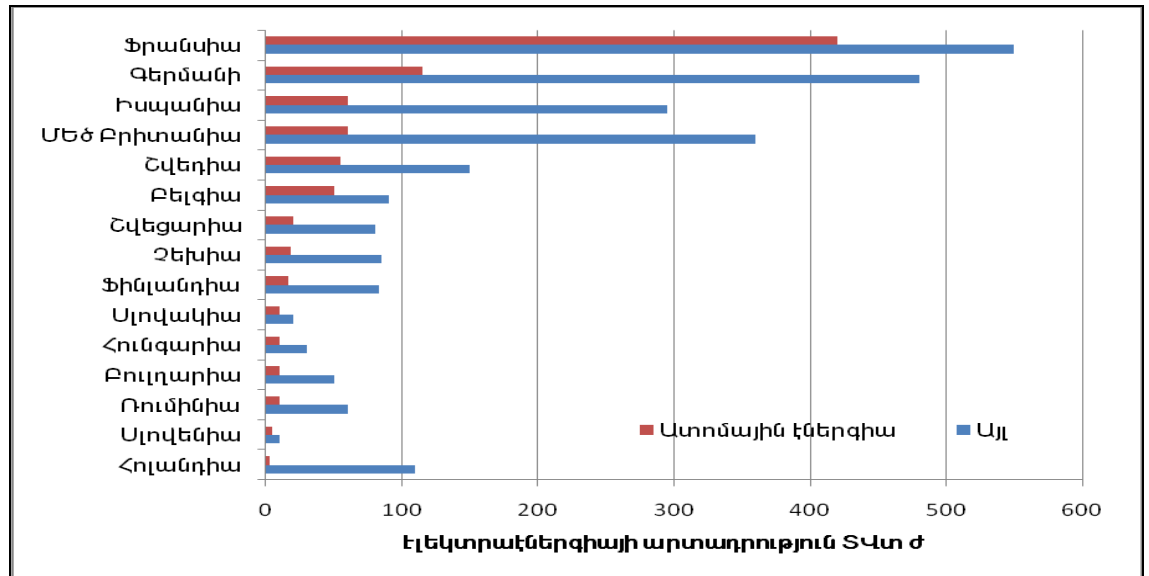
Աղյուսակ 2.1.-ում ներկայացված է ԵՄ-ի անդամ երկրների էլեկտրաէներգիայի արտադրության դինամիկայի վերաբերյալ տեղեկատվություն 2008-2012 թվականների ընթացքում (Տե՛ս Հավելված 3, Աղյուսակ 2.1):

Եվրոմիության (ԵՄ) անդամ երկրներից շատերը ունեն վերականգնվող էներգիայի աղբյուրների բարձր աստիճան, օրինակ ամենաբարձր կշիռը 2009 թվականին գրանցվել է Ավստրիայում (74%), Շվեդիայում (60%), Պորտուգալիայում (39%) և Ֆինլանդիայում (32%): Վերականգնվող էներգիայի արտադրությունում գերակշիռ մաս են կազմում հիդրոէլեկտրակայանների և կենսազանգվածով աշխատող կայանների արտադրանքը: Եթե համեմատենք, օրինակ ԱՄՆ-ի հետ, ապա այնտեղ էլեկտրաէներգիայի արտադրությունում վերականգնվող էներգիայի կշիռը միևնույն տարում կազմել է 11%: Եվրոմիության ինը երկրներում (օրինակ՝ Ֆրանսիա, Գերմանիա և այլն տես Գծանկար 2.1-ում) էլեկտրաէներգիայի արտադրության

կառուցվածքում 2010 թվականին մոտավորապես 30% -ը կազմել է ատոմային էներգիան:

Գծանկար 2.1.

Ատոմային և այլ էլեկտրակայանների արտադրությունը ԵՄ երկրներում 2014թ



Աղբյուրը՝ U.S. Energy Information Administration. *International Energy Statistics. Electricity*. U.S. Department of Energy. Wash. D.C.

Ինչ վերաբերում է այլընտրանքային էներգիայի աղբյուրներին (քամի, կենսազանգված և այլն), ապա դրանց կշիռը մոտավորապես կազմել է 8%: Էլեկտրաէներգիայի արտադրության կառուցվածքն ըստ վառելիքի տեսակների այդ երկրներում ներկայացված է Գծանկար 2.2 [Տե՛ս, Հավելված 3, Գծանկար 2.2.) [115, էջ 24].

2.2 Տարածաշրջանային (Ադրբեջան, Վրաստան) էներգետիկական շուկաների առաձնահատկությունները

Սովետական կարգերի ժամանակ Հարավային Կովկասի երկրներում (Հայաստան Ադրբեջան, Վրաստան) էներգետիկ համակարգը անդրկովկասյան էներգահամակարգի բաղադրիչ մասն էր կազմում: Վերջինս կառավարվում էր ընդհանուր հաշվարկային կենտրոնի միջոցով, որը գտնվում էր Թբիլիսի քաղաքում: Անդրկովկասյան էներգետիկ համակարգը իր հերթին մտնում էր ԽՍՀՄ-ի եվրոպական մասի կազմի մեջ, որի հաշվարկային կենտրոնը գտնվում էր Մոսկվա քաղաքում: ԽՍՀՄ-ի փլուզումից հետո գրեթե ամբողջությամբ դադարեցվեց երկար տարիների

ընթացքում ձեռք բերված երկրների միջև համագործակցությունը, իսկ էներգահամակարգում առաջացան ինչպես տնտեսական, այնպես էլ տեխնիկական մի շարք խնդիրներ: Էլեկտրաէներգետիկական համակարգի բարեփոխումները Հարավային Կովկասի երկրներում իրականացվում են տարբեր կերպ, բայց ունեն նաև ընդհանուր միտումներ: Հիմնական առանձնահատկություններից մեկն այն է, որ իրավական դաշտը կարգավորվում է էլեկտրաէներգիայի մասին օրենքով, նախագահի հրամաններով և կառավարության որոշումներով: Հայաստանում, Ադրբեջանում և Վրաստանում ընդունված նորմատիվային իրավական ակտերը տարբեր աստիճանային որոշակիությամբ կարգավորում են էլեկտրաէներգիայի արտադրողների, մատակարարների և սպառողների հիմնական իրավունքները և պարտականությունները: Վերոնշյալ երկրներում էլեկտրաէներգետիկ ոլորտում պետական քաղաքականության իրականացման սկզբունքները և շուկայական հարաբերությունների զարգացման միտումները, ընդհանուր առմամբ, համընկնում են [21, էջեր՝ 11-12]:

Կառուցվածքային բարեփոխումների արդյունքում *Ադրբեջանի Հանրապետությունում (ԱՀ)* էլեկտրաէներգիայի կենտրոնացված արտադրությունը, մատակարարում և բաշխում իրականացնում է «Ազէներջի» ՓԲԸ ուղղահայաց ինտեգրված ընկերությունը: Վերջինս կազմում ընդգրկված են վերանորոգման և շինարարական ձեռնարկություններ, գիտական հետազոտական և նախագծային ինստիտուտներ և այլ համակարգային զարգացման համար անհրաժեշտ միավորումներ: Ներկայումս Ադրբեջանում շարունակվում է զարգանալ էներգետիկ ոլորտի երկարատև զարգացման տեսլականը, ինչպես նաև իրականացվում են վերակազմավորման աշխատանքներ:

ԱՀ էներգետիկայի շուկայում տնտեսվարող սուբյեկտների միջև հարաբերությունները կառուցվում են հետևյալ կերպ. պետական էլեկտրաէներգետիկական ընկերությունը պայմանագրի հիման վրա գնում է էլեկտրաէներգիայի արտադրող կայաններից և տեղափոխում է այն իր ցանցին համապատասխան, իրականացնում է նաև էներգիայի արտահանում այլ երկրներ: Մատակարարման ընկերությունը՝ որպես իրավաբանական անձ, պայմանագրի հիման

վրա գնում է էլեկտրական էներգիա պետական էլեկտրաէներգետիկական ընկերությունից և արտադրողներից, և վաճառում է այն սպառողներին՝ տեխնիկական և տնտեսական պայմաններին համապատասխան: Անկախ արտադրողները, որոնք պատկանում են պետությանը, տարբեր արտադրական ճյուղերին կամ մասնավոր կազմակերպություններին, մատակարարում են էլեկտրաէներգիա սպառողներին՝ իրենց ցանցերի միջոցով կամ պետական էլեկտրաէներգետիկական ընկերության և (կամ) մատակարարի միջոցով օրենքին համապատասխան, ինչպես նաև արտահանում են: Էներգիայի մատակարարը և անկախ արտադրող ընկերությունները կարող են ունենալ սեփականության ցանկացած ձև [21, էջեր՝ 59,64]:

Գնագոյացման համակարգը: Ադրբեջանում էլեկտրաէներգիայի սակագներում փոփոխություններ իրակացանում է Ադրբեջանի սակագնային խորհուրդը և հաստատվում է կառավարության կողմից: Շուկայում գործում են էլեկտրաէներգիայի հետևյալ սակագները.

- ✓ արտադրող կայաններից գնման գին կամ սակագին,
- ✓ մեծածախ գին կամ սակագին,
- ✓ մանրածախ գին սպառողների համար կամ սակագին,
- ✓ ներմուծման կամ արտահանման գին կամ սակագին:

Սակագները սահմանվում են ծախսաձածկման սկզբունքով, որը ներառում է արտադրական, տեղափոխման և բաշխման ընկերությունների շահութաբեր գործունեության և սպառման բնական աճի ապահովման համար անհրաժեշտ ծախսերը: Բաշխում իրականացնող մարմինը պարբերաբար հաշվետվություն է ներկայացնում գործադիր մարմնին՝ սահմանված գների և պայմանների վերաբերյալ [21, էջ 201]:

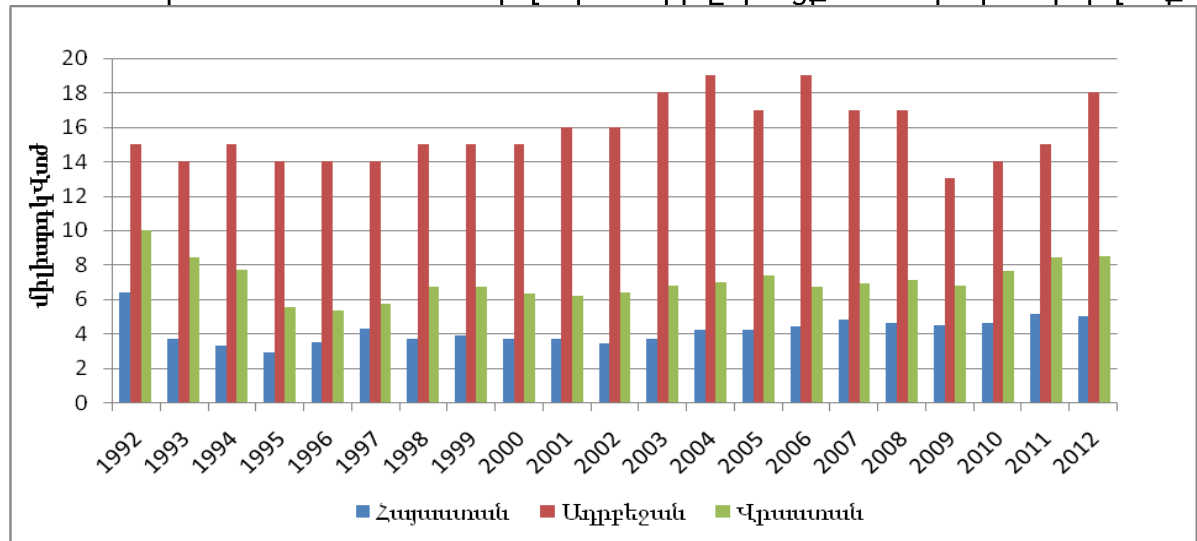
Բարեփոխումների սկզբնական փուլը *Վրաստանում* նկարագրվում էր արտադրության, հաղորդման և բաշխման գործընթացների իրարից անջատմամբ, ինչպես նաև մի շարք փոքր հիդրոէլեկտրակայանների սեփականաշնորհման գործընթացներով: Կառուցվածքային բարեփոխումների հաջորդ փուլում ջերմային և հիդրոէլեկտրակայանների բազայի հիման վրա ստեղծվեցին բաժնետիրական ընկերություններ: Կառավարության որոշման համաձայն թույլատրվում էր ինչպես գործող, այնպես էլ կառուցման փուլում գտնվող էլեկտրական կայանների

մասնավորեցումն, որն իրականացվում էր միջազգային մրցույթի միջոցով: Վրաստանի էներգետիկայի շուկայի սկզբունքները սահմանված են էներգիայի մասին օրենքում: Մեծածախ շուկան սկսել է պաշտոնապես գործել 1999թ-ից, այն բանից հետո, երբ Վրաստանի էլեկտրաէներգիայի կարգավորման հանձնաժողովը հաստատել է «շուկայի կանոնները»: Վրաստանի էլեկտրաէներգիայի մեծածախ շուկան հանդիսանում է շուկայի անդամների միավորում, որը կազմակերպված է մրցունակ և տնտեսապես արդյունավետ շուկայական միջավայր ապահովելու համար [21, էջեր՝ 155,161]:

Գնագոյացում: Վրաստանում էլեկտրաէներգիայի սակագների հաշվարկման մեթոդիկան մշակում է էլեկտրաէներգիայի կարգավորման ազգային հանձնաժողովը, որի հիմքում ընկած են մատակարարների կողմից իրականացված ծառայությունների ամբողջական ծախսերը: Այս մեթոդիկայի միջոցով որոշվում է արտադրության, մատակարարման, բաշխման սակագները: Սակագների հաշվարկման սույն մեթոդիկայում հաշվի են առնում էլեկտրական կայանների մաշվածությունը: Վերջինս որոշվում է հիմնական միջոցների վերագնահատման արդյունքում: Սակագներում ներառված են մատակարարների ծախսերը. վառելիքի շուկայական գներով ձեռքբերման ծախսեր, սարքավորումների շահագործման և վերանորոգման ծախսերը, տոկոսադրույքի ծախսեր, շրջանառու կապիտալի համալրման նպատակով ձեռքբերված վարկեր: Սակագներ որոշելիս ընկերությունը հաշվի է առնում հետագա ներդրումների ներգրավման նպատակով ցանկալի շահույթի ստացման մակարդակը: Էներգահամակարգում ներդրումները հիմնականում ուղղվում են վերականգնման աշխատանքներին և ոլորտի զարգացմանը: Ստացված շահույթի մեծությունը պետք է համապատասխանի ներդրումային գործընթացներում առկա ռիսկի գործոնին [21, էջ 202]:

Գծանկար 2.3-ում ներկայացված է վերը նկարագրված տարածաշրջանների էլեկտրաէներգիայի սպառման դինամիկայի վերաբերյալ տեղեկատվություն 1992-2012 թվականների ընթացքում:

Էլեկտրաէներգիայի սպառման դինամիկան Հայաստանում, Ադրբեջանում և Վրաստանում 1992-2012 թվականների ընթացքում տարեկան կտրվածքով



Աղբյուր՝ Համաշխարհային բանկ <http://data.worldbank.org/country>

2.2 ՀՀ էներգետիկ ոլորտի ընդհանուր նկարագիրը

ԽՍՀՄ-ի փլուզումից և անկախացումից հետո Կովկասյան երկրներում, այդ թվում նաև ՀՀ-ում իրականացվում էին ազգային տնտեսության համակարգային բարեփոխումներ: Վերջին տարիներին համակարգային փոփոխությունները փոխարինվել են զարգացման ապահովմանն ուղղված վերափոխումներով, որտեղ շեշտը դրվում է տնտեսության հիմնական ճյուղերի վերակառուցմանը: Ցանկացած տնտեսության կայուն զարգացման հիմքում ընկած է ճյուղային ներդաշնակ զարգացումը, մասնավորապես էներգետիկայի ոլորտը այն հիմնական ոլորտներից է, որը ապահովում է երկրի զարգացման տեմպերը և քաղաքակրթության մակարդակը [15, էջ 3]:

Մինչ 1972 թվականը Հայաստանի էներգետիկան ուներ հզորության խիստ պակասուրդ, բայց շնորհիվ ինտենսիվ շինարարության 1979-1980 թվականներին մեկ շնչին ընկնող էլեկտրական էներգիայի արտադրությամբ Հայաստանն անցել էր ոչ միայն Թուրքիային, Իրանին, Իրաքին, այլ նաև այնպիսի երկրներին, ինչպիսիք են Իտալիան, Իռլանդիան, Իսպանիան, Պորտուգալիան և այլն [21, էջ 14]: Այժմյան էներգետիկական համակարգը հանդիսանում է ավելցուկային հզորություն ունեցող համակարգ, ինչպես Հարավային Կովկասում, այնպես էլ տարածաշրջանում: ՀՀ-ի

էներգետիկայի համակարգում 1996թ. ի վեր իրականացվում են բարեփոխումներ՝ մասնավորեցում, վերակառուցում, իրավական և կարգավորման դաշտերի կատարելագործում, որը հիմք է հանդիսանում առևտրային գործունեության համար: Վերջին տարիներին էներգետիկ ոլորտում օտարերկրյա պետությունների և միջազգային ֆինանսական կազմակերպությունների կողմից ֆինանսավորումը կտրուկ աճել է՝ որոշ ենթակառուցվածքային մասնավորեցվել են⁷, էներգետիկական օբյեկտներ են կառուցվել, վերանորոգվել, որի հետևանքով պետության մասնակցությունը ներդրումային քաղաքականությունում կրճատվել է:

Էներգահամակարգի կառուցվածքային փոփոխությունները, փուլային բարեփոխումները նշանակալի ազդեցություն ունեցան էներգահամակարգի գործունեության վրա, այդուհանդերձ ՀՀ էներգետիկ ոլորտում առկա են մի շարք մարտահրավերներ, որոնցից կարելի է առանձնացնել.

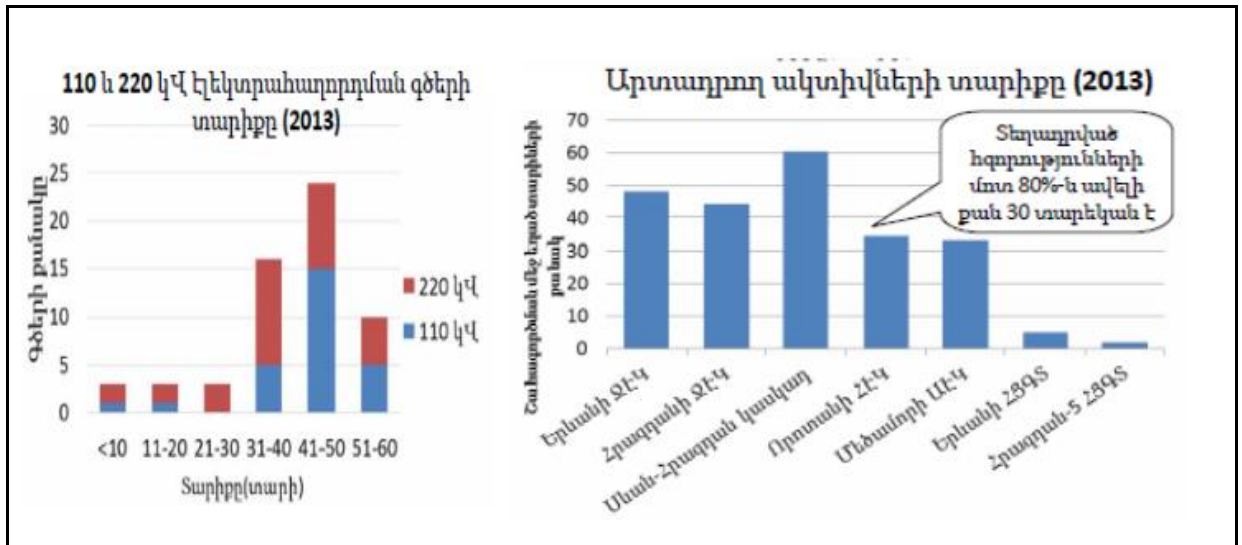
ա. հուսալի էներգամատակարարման ապահովումը՝ միաժամանակ բարձրացնելով էներգախնայողության մակարդակը: Վերջինս համարվում է ՀՀ էներգետիկ ոլորտում իրականացվող քաղաքականության հիմնահարցերից մեկը, որը ուղղված երկրի սոցիալ տնտեսական զարգացմանը [12, էջ 401]:

Էլեկտրամատակարարման հուսալիությունը վտանգում են

✓ *հին, թերի պահպանված ակտիվները:* Հայաստանի տնտեսության էներգետիկ արդյունավետությունը զգալիորեն զիջում է տարածաշրջանի և զարգացած երկրների համանման ցուցանիշին: Էներգահամակարգում գործող տեխնոլոգիաները նոր և իդեալական տեխնոլոգիաների համեմատությամբ մի քանի անգամ փոքր օգտակար գործողության գործակից ունեն [20, էջեր՝ 1-2]: Էլեկտրահաղորդման ակտիվների միջին տարիքը 45 տարի է, և 220կՎ օղային էլեկտրահաղորդման գծերի մոտ 90%-ը պետք է հիմնովին նորոգման կարիք ունեն (Տես՝ Գծանկար 2.4):

⁷ Մասնավորեցվել են գազամատակարարման համակարգը և բաշխիչ էլեկտրացանցը, ՀԷԿ-երի Սևան-Հրազդանյան կասկադը, Որոտանի կասկադը, բոլոր Փոքր ՀՀԷԿ-երը, Հրազդանի ՋԷԿ-ը («գույք՝ պարտքի դիմաց» սկզբունքով հանձնվել է ՌԴ-ին)

Էլեկտրահաղորդման գծերի և արտադրող կայանների տարիքը 2013 թվականի դրությամբ



Աղբյուր՝ Վերականգնվող էներգետիկայի ընդլայնումը ցածր եկամտային երկրներում ՎԷԸՍ Ներդրումային պլանի նախապատրաստում, 2013թ

Արտադրական կայանների հիմնական միջոցների վերագնահատման արդյունքում պարզվել է, որ

- տեղակայված արտադրական հզորությունների 38%-ը շահագործվել է ավելի քան 40 տարի,
- ՋԷԿ-երի հիմնական սարքավորումների աշխատանքի տևողությունը հասել է սահմանային 200 հազ. ժամի, իսկ դրանց տեխնիկատնտեսական բնապահպանական ցուցանիշները չեն համապատասխանում միջազգային ստանդարտների պահանջներին,
- ՀԷԿ-երում (ՁորահԷԿ, Սևան-Հրազդանյան կասկադ, Որոտանի ՀԷԿ-երի համակարգ) տեղակայված սարքավորումների 70%-ը շահագործվել է ավելի քան 40 տարի, իսկ 50% -ը՝ ավելի քան 50 տարի:
- ՀԱԷԿ-ի գործող երկրորդ էներգաբլոկի շահագործման նախագծային ժամկետն ավարտվում է 2016թ-ին .

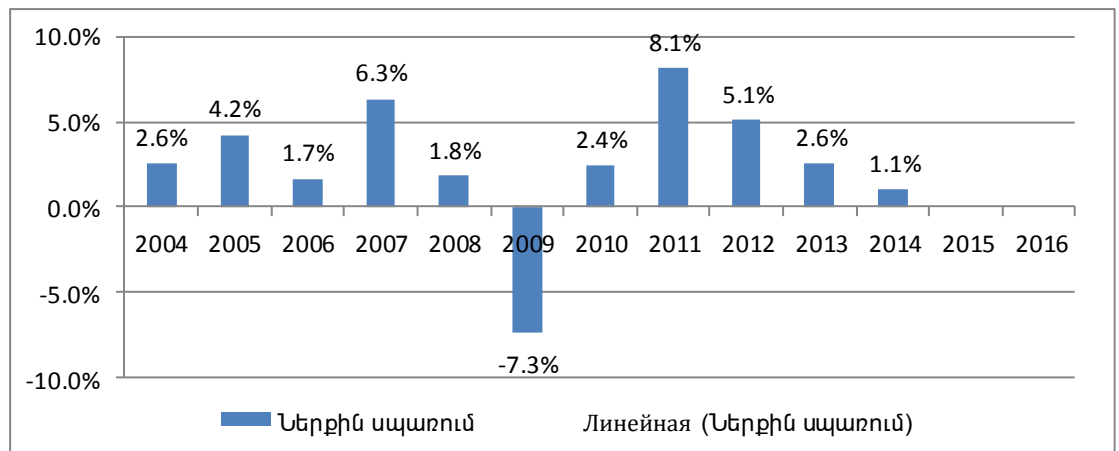
Սարքավորումների արդիականացման կարիք ունեն նաև էլեկտրաէներգիայի ու բնական գազի հաղորդման և բաշխման ցանցերում, բնական գազի պահպանման ստորգետնյա պահեստարանները: Ուստի համակարգի հրամայականն է դարձել արտադրական հզորությունների սերնդափոխությունը:

✓ *աշխարհագրական գործոնները:* Էլեկտրաէներգիայի արտադրության ավելի քան 70%-ը կախված է ներմուծվող վառելիքից՝ ՋԷԿ-երի համար ողջ գազը և ատոմակայանի համար ուրանը ներմուծվում է, որի մատակարարման խափանումները լուրջ վտանգ են իրենցից ներկայացնում: Ներմուծվող վառելիքը նաև օգտագործվում է տնային տնտեսությունների կողմից, որն իր հերթին վճարունակության խնդիրներ է առաջացնում սպառողների մոտ:

✓ *Էլեկտրամատակարարման առաջացող ճեղքվածքը:* Էներգետիկայի նկատմամբ պահանջարկը վերջին տաս տարիների ընթացքում աճել է տարեկան միջինը 4 տոկոսով և ապագայում սպասվում է տարեկան 2 տոկոս աճ (տես Գրաֆիկ 2.5, որտեղ կարմիր գծով ներկայացված է ներքիս սպառման գծային տրենդը և սպասումները): Այնինչ, եթե նոր արտադրական հզորություններ չկառուցվեն հիները փոխարինելու համար, ապա Հայաստանը չի կարողանա բավարարել պիկային պահանջարկը:

Գծանկար 2.5

Էլեկտրաէներգիայի ներքին սպառման աճի տեմպը նախորդ տարվա համեմատությամբ 2004-2014 թվականներին



Աղբյուր՝ ՀԾԿՀ Էլեկտրական էներգիայի եռամսյակային հաշվետվություններ (Հիմնական քննադրեր): <http://psrc.am/am/sectors/electric/reports>

ՀՀ Էներգետիկ ոլորտում իրականացվող ներդրումները հիմնականում ուղղված են էներգամատակարարման հուսալիության և անվտանգության բարձրացմանը, տեխնիկական և առևտրային կորուստների նվազեցմանը, Էլեկտրաէներգիայի մատակարարման ընթացքում անջատումների քանակի կրճատմանը, Էլեկտրաէներգիայի արտադրական ծախսերի իջեցմանը և արտադրական ծավալի ավելացմանը: Համաձայն «Հայաստանի էլեկտրաէներգետիկական համակարգի

նվազագույն ծախսերով զարգացման 2006թ ծրագրի»՝ պետությունը էներգետիկ ոլորտում ներդրումային քաղաքականություն իրականացնելիս նպատակաուղղված է առաջնահերթություն տալ [10, էջեր՝ 160-161].

- վերականգնվող էներգիայի աղբյուրների ներուժի (հիդրո, հողմային, երկրաջերմային և արևային) առավելագույնս օգտագործմանը,

- ԱԷԿ-ի նոր էներգաբլոկի կառուցմանը,

- ներքին և արտաքին պահանջարկի մնացած մասի ապահովմանը ջերմային, այդ թվում՝ համակցված պարբերաշրջանով աշխատող բլոկներով էլեկտրակայանների միջոցով:

Չնայած ՀՀ-ը տարածաշրջանում համարվում է ցածր էներգախնտենսիվություն ունեցող երկրներից մեկը, այնուամենայնիվ, ունի *էներգախնայողության խթանման* համար մեծ հնարավորություններ: ՀՀ-ի կառավարությունը էներգախնայողությունը⁸ համարում է երկրի էներգետիկ անվտանգության, տնտեսական մրցունակության մեծացման և շրջակա միջավայրի բացասական ազդեցությունից նվազման միջոց: Համաշխարհային բանկի կողմից 2008 թվականին իրականացրել է ուսումնասիրություն, որը բացահայտեց, որ ՀՀ-ն ունի նշանակալի տնտեսապես և ֆինանսապես կենսունակ էներգախնայողության ներուժ ունեցող ոլորտներ, մասնավորապես հանրային ոլորտում ներդրումները տալիս են ընդհանուր ներդրման առավելագույն վերադարձ [14, էջ 1]: *էներգախնայողության* ծրագրում նշանակալի դեր կարող են խաղալ սպառողները, այսինքն՝ այն միայն համակարգային խնդիր չէ. շատ կարևոր է կոմունալ կենցաղային նպատակներով օգտագործվող էներգիայի խնայումը:

բ.էլեկտրամատակարարման անվտանգության ապահովումը: ՀՀ

կառավարության էներգետիկ քաղաքականությունը ուղղված է էներգետիկ անվտանգության և էներգաարդյունավետության բարձրացմանը, էլեկտրաէներգիայի արտահանման ծավալների մեծացմանը և վերկանազնվող (մաքուր) էներգետիկ աղբյուրների օգտագործման ընդլայմանը: *էներգետիկ անվտանգության ապահովումը՝* ՀՀ կառավարության հիմնական և ընթացիկ մարտահրավերն է:

⁸ *էներգախնայողությունը* իրավական, կազմակերպչական, գիտական, արտադրական, տեխնիկական և տնտեսական նպատակային գործունեություն է՝ ուղղված էներգետիկ ռեսուրսների տեսակարար ծախսի նվազեցմանը :

Էներգետիկ անվտանգությունը նշանակում է պահանջարկի բավարարման համար անհրաժեշտ հզորությունների առկայություն, ինչպես նաև հուսալի և անխափան աշխատող համակարգ, որը կարող է գործել էներգամատակարարման ցացնում վթարների և ընթատումների պայմաններում: Անբավարար ենթակառուցվածքը, էներգիայի տարածաշրջանային առևտրի գործընթացներում սահմանափակ մասնակցություն և վերականգնվող էներգետիկ աղբյուրների անբավարար օգտագործում ստեղծում են երկրի էներգետիկ անվտանգության նվազեցման նախադրյալներ [15, էջ 3]:

Էներգետիկ ենթակառուցվածքների ցածր արդյունավետությունը բերում է ներկրվող վառելիքի սպառման ծավալների մեծացմանը և մրցունակության նվազեցմանը: Համակարգում վթարներ տեղի ունենալու դեպքում կառաջանա բնակավայրերի էներգասպառման զգալի դեֆիցիտ, ինչը կարող է ունենալ սոցիալական և տնտեսական հետևանքներ: Իր հերթին, սահմանափակ է երկրի մասնակցությունը էներգիայի տարածաշրջանային առևտրի գործընթացներին, որը կարևոր է էներգետիկայի բնագավառում երկրի անվտանգության ապահովմանն ուղղված ՀՀ կառավարության ռազմավարական զարգացման ծրագրի կայունության ապահովման տեսանկյունից: Վերականգնվող էներգիայի տեղական աղբյուրների ոչ լիարժեք օգտագործումը Հայաստանին խոցելի է դարձնում՝ գնային կտրուկ փոփոխությունների և ներկվող վառելիքի մատակարարման ընդհատումների հանդեպ [17, էջ 155]:

գ. Էներգահամակարգի կառավարման արդյունավետության բարձրացումը, էներգահամակարգի ենթակառուցվածքների և ցանցերի վատ վիճակը, համակարգում գրանցված կորուստները, անարդյունավետությունները, կախվածությունը ներմուծվող էներգակիրներից, թերներդրումները, պարտքերի չվճարումները, կախվածությունը միջուկային ատոմակայանից, այս խնդիրների լուծումը կարևորագույն նշանակություն ունի էներգահամակարգի արդյունավետ կառավարման կազմակերպման գործընթացի համար: Էներգահամակարգի կառավարումը իր մեջ ներառում է.

- ✓ Էներգիայի և հզորության մեծածախ շուկայի կազմակերպման գործունեության կազմակերպումը

- ✓ Սակագների կայունացմանն ուղղված միջոցառումների մշակում
- ✓ բարոյապես ու ֆիզիկապես մաշված առանձին օբյեկտների ու կառույցների վերակառուցումն ու արդիականացումը,
- ✓ սեփական վերականգնվող էներգետիկ ռեսուրսների և արտադրական հզորությունների ողջամիտ օգտագործումը,
- ✓ ինստիտուցիոնալ բարեփոխումների հետագա կատարելագործումը
- ✓ էլեկտրաէներգետիկական շուկայի շարունակական ազատականացումը և տարածաշրջանային էներգահամակարգերի հետ ինտեգրացման գործընթացի ակտիվացումը:

Վերոնշյալ խնդիրների լուծումը ուղղված է հուսալի էներգամատակարարման ապահովմանը, որն էլ կնպաստի էներգակիրների մատակարարման դիվերսիֆիկացմանը և տեղական առաջնային (վերականգնվող, այլընտրանքային) էներգապաշարների լիիրավ օգտագործմանը և էներգախնայողության ժամանակակից միջոցների իրականացմանն ու նոր տեխնոլոգիաների ներդրմանը[10, էջեր՝ 160-161]:

Էներգետիկայի բնագավառի մրցունակության աստիճանն առաջին հերթին պայմանավորված է երկրում էլեկտրաէներգիա արտադրող կայանների հզորություններով և դրանց արտադրած էլեկտրաէներգիայի գնով ու կայուն մատակարարումներով:

ՀՀ էներգահամակարգի ընդհանուր բնութագիրը

Ինստիտուցիոնալ բարեփոխումները զգալի ազդեցություն ունեցան Հայաստանի Հանրապետությունում էլեկտրաէներգետիկական շուկայի կառուցվածքի վրա: Շուկայում սկսեցին գործել արտադրող ընկերությունների ու բաշխող ընկերության միջև առքուվաճառքի ուղիղ պայմանագրերի համակարգը: Կառուցվածքային փոփոխությունը իր դրական ազդեցությունն ունեցավ համակարգի կորուստների վրա, որոնք գրեթե 4 տոկոսով կրճատվեցին:

ՀՀ-ի էներգահամակարգն իր մեջ ներառում է էլեկտրաէներգետիկական, գազամատակարարման և ջերմամատակարարման համակարգերը[8, Հոդված 3]: ՀՀ էլեկտրաէներգետիկական շուկայի մասնակիցներն են՝ արտադրող կայանները, էլ ցանցային ընկերությունները և սպառողները:

Այժմյան էներգետիկ համակարգը բնութագրվում է ավելցուկային դրվաձքային հզորությամբ. ընդհանուր համակարգի դրվաձքային հզորությունը կազմում է մոտ 3555 ՄՎտ, որից տնօրինելին՝ մոտ 2320 ՄՎտ:

Էլեկտրաէներգիայի արտադրություն

ՀՀ էներգահամակարգում էներգաարտադրությունը հիմնականում ապահովվում է ԶԷԿ-երի, ԱԷԿ-ի և ՀԷԿ-երի մասնակցությամբ, Ընդ որում Հայկական ԱԷԿ-ի մասնաբաժինն էներգիայի արտադրության մեջ կազմում է 40-43 %, Հրազդանի և Երևանի ԶԷԿ-երի գումարային մասնաբաժինը՝ 25-30 %, ՀԷԿ-երին (Միջազգային էներգետիկական կորպորացիա՝ ՄԷԿ, Որոտան, ՁորաՀԷԿ) բաժին է ընկնում էներգիայի ընդհանուր արտադրության 27 %-ը⁹: Վերջին տարիներին շահագործման են հանձնվել Երևանի նոր և Հևազդանի 5-րդ էներգաբլոկների շոգեգազային տեղակայանքները, ինչպես նաև կոգեներացիոն ցիկլով աշխատող մի շարք տեղակայանքներ: 2008թ. շահագործման է հանձնվել Լուսակերտի կենսագազային էլեկտրակայանը, գործում են նաև փոքր ՀԷԿ-եր և «Լոռի -1» հողմակայանը:

Համաձայն բերված տվյալներից երևում է, որ ՀՀ էներգահամակարգում էլեկտրաէներգիայի արտադրման ոլորտում գերիշխող դիրք ունեն ԶԷԿ-երը, որոնք անհավասարաչափ էներգասպառման պայմաններում ստիպված են աշխատել բավականին կտրուկ փոփոխվող բեռնվածքներով: Ի տարբերություն միջուկային էներգաբլոկների, որոնք ամբողջ աշխարհում աշխատում են էներգահամակարգի բազային ռեժիմներում: Հետևաբար առաջանում է էներգահամակարգի կազմում գործող և տարբեր ռեսուրսներ սպառող էլեկտրակայանների, ինչպես նաև առանձին ԶԷԿ-երում էներգաբլոկների միջև պահանջվելիք էլեկտրական բեռնվածքի օպտիմալ բաշխման խնդիր՝ առավելագույնս նվազեցնելով կայաններում նյութական ռեսուրսների ծախսը և շրջակա միջավայրի վրա նրանց վնասականար ազդեցությունը:

Քանի որ էլեկտրական բեռնվածքի օպտիմալ բաշխման խնդրի լուծմանը մասնակցող փոփոխականների միջև գոյություն ունի ժամանակային կապ, և ժամանակի որևէ պահին համակարգի աշխատանքային ռեժիմը չի կարող ընտրվել միայն նրա մասին ընթացիկ տեղեկատվությամբ, ապա արդիական են

⁹ <http://psrc.am/am/sectors/electric/reports>

էներգահամակարգի էլեկտրակայանների իրական ծախսային բնութագրերի ստացումը և որոշակի սահմանափակումների և պարզաբանումների կիրառմամբ էլեկտրական բեռնվածքի օպտիմալ բաշխման մեթոդների մշակումը: *Վերջիններիս անդրադարձել ենք աշխատանքի երրորդ գլխում (տես՝ 3.2.1) և փորձել ենք որոշակի մեթոդ առաջարկել էներգահամակարգում էլեկտրական բեռնվածքի օպտիմալ բաշխման համար(տես՝ 3.4):*

Սակագնի սահմանման մեթոդաբանությունը

ՀՀ-ի էներգետիկ ոլորտում սակագնային քաղաքականություն իրականացնում է «Հանրային ծառայությունները կարգավորող հանձնաժողովը»՝ «էներգետիկայի մասին» օրենքի համաձայն: Սակագնային քաղաքականությունը հիմնվում է համաշխարհային պրակտիկայում ընդունված անհրաժեշտ հասույթի ապահովման սկզբունքի վրա: Այն նպատակ ունի ապահովելու բնականոն տնտեսական գործունեություն հանձնաժողովի կողմից կարգավորող կազմակերպությունների համար հավասարակշռելու նրանց և սպառողների շահերը, ինչպես նաև սպառողների և կարգավորվող գործունեություն իրականացնող անձանց շահերի հավասարակշռմանը՝ միաժամանակ հնարավորություն ընձեռելով իրականացնելու արդիականացման և հեռանկարային զարգացման ծրագրեր: ՀՀ-ի վերականգնվող էներգետիկ ռեսուրսների օգտագործմամբ էլեկտրականէներգիա արտադրող կայաններից առաքվող էլեկտրական էներգիայի վաճառքի սակագները (համաձայն ընդունված մեթոդիկայի) յուրաքանչյուր տարի վերանայվում են՝ ելնելով սղաճի և փոխարժեքի փոփոխություններից: Արդյունքում օպտիմացվել են էլեկտրաէներգիա արտադրող կայանների ռեժիմները, որի շնորհիվ պահպանվել է էլեկտրաէներգիայի արտադրության հնարավոր նվազագույն սակագինը:

Մեթոդաբանությունը սահմանում է համակարգի էլեկտրական էներգիա արտադրող խոշոր՝ 30 ՄՎտ-ից ավելի տեղակայված հզորություն ունեցող հիդրոէլեկտրակայանների (կասկադների), ջերմային կայանների և ատոմային կայանների կողմից ՀՀ-ի էլեկտրական էներգիայի մեծածախ շուկայում սակագները հաշվի առնելով հետևյալ երկու սկզբունքները՝

1. ընկերությունների տարեկան անհրաժեշտ հասույթի մեծության հաշվարկը,

2. ծախսերի վերլուծություն, դասակարգում, սակագների կառուցվածքի ընտրությունը և սակագնային դրույքների հաշվարկ:

Ընդհանուր հասույթը, որը ընկերություններին թույլատրվում է ստանալ սակագների միջոցով, կոչվում է անհրաժեշտ հասույթ: Այն պետք է բավարար լինի ընկերությունների հուսալի, անվտանգ և շարունակական գործունեության համար պահանջվող բոլոր ծախսերը կատարելու և ներգրավված կապիտալի դիմաց ողջամիտ շահույթ ստանալու համար: Ստորև ներկայացնենք անհրաժեշտ հասույթի հաշվարկման բանաձևը

$$ԱՀ = \text{ԹԾ} + \text{Մ} + \text{ԹՇ}, \quad (2.1)$$

որտեղ ԱՀ անհրաժեշտ հասույթն է, ԹԾ թույլատրելի ծախսերը, Մ-հիմնական միջոցների տարեկան մաշվածությունն է, ԹՇ թույլատրելի շահույթն է; [131, կետ 2]

Թույլատրելի ծախսերում ներառված է հաշվարկային տարվա ընթացքում բոլոր անհրաժեշտ ծախսերը ընկերության բնականոն գործունեություն ապահովելու համար, այդ թվում՝ շահագործման և պահպանման ծախսեր, վառելիքային ծախսեր (ջերմային և ատոմային կայանների համար), ատոմակայանի անվտանգության բարձրացման, շահագործումից հանելու ֆոնդի ստեղծման և այլ ծախսեր, ինչպես նաև ՀՀ-ի օրենսդրությամբ նախատեսված անհրաժեշտ այլ ծախսեր: Ջերմային և ատոմային կայանների վառելիքային ծախսերը որոշման հիմքում ընկած են «Էլեկտրաէներգիայի համակարգի օպերատոր» ՓԲԸ-ի կողմից մշակված և կայանների հետ համաձայնեցված հաշվարկային տարվա էլեկտրաէներգետիկական համակարգի էլեկտրական էներգիայի և հզորության հաշվեկշիռները և կայանների աշխատանքի պլանավորվող ռեժիմները [131, կետ 2.1.2]:

Թույլատրելի շահույթը հաշվարկվում է որպես շահույթի հաշվարկման բազայի և թույլատրելի շահույթի նորմայի¹⁰ արտադրյալ, որտեղ շահույթի հաշվարկման բազա¹¹ է հանդիսանում ընկերության զուտ ակտիվների արժեքը:

¹⁰ Մինչև 2008 թվականն ընկած ժամանակահատվածում յուրաքանչյուր օրացուցային տարում Հանձնաժողով կողմից ընդունված ակտիվների շահութաբերությունը կազմում էր 16,0% հաշվարկայիննորմա՝ շահույթի հաշվարկման բազայի նկատմամբ: Սկսած 2009 թվականից, ակտիվների շահութաբերության նորման սահմանվում է՝

Սակագների մշակման գործընթացի հաջորդ փուլում իրականացվում է ծախսերի վերլուծություն, որը ներառում է հետևյալ քայլերը՝ ծախսերի ֆունկցիոնալացում և ծախսերի դասակարգում: Ծախսերի ֆունկցիոնալացում իրականացվում է միայն ջերմային էլեկտրակայաններում՝ էլեկտրական և ջերմային էներգիայի համատեղ արտադրության դեպքում: Ծախսերը դասակարգվում են երկու խմբի՝ հաստատուն և փոփոխական[131, կետ 3]:

Էլեկտրաէներգիա արտադրող տարբեր ընկերությունների համար սակագների կառուցվածքը կարող է լինել տարբեր: Ընկերությունների կողմից էլեկտրաէներգետիկ համակարգում կարող են կիրառվել միադրույք կամ բազմադրույք սակագներ՝ մատուցվող ծառայությունների տեսակից, հաշվառման հնարավորություններից կախված: Միադրույք սակագները սահմանվում են այն արտադրող ընկերությունների համար, որոնց աշխատանքի ռեժիմները չեն կարգավորվում համակարգի օպերատորի կողմից: Դրանք են՝ օրական կարգավորում չունեցող հիդրոէլեկտրակայանները, հողմային կայանները, որոնք բացի էլեկտրական էներգիայի արտադրությունից համակարգին այլ ծառայություններ չեն մատուցում: ՀՀ-ի հանրային ծառայությունները կարգավորող հանձնաժողովը վերջնական սպառողների համար էլեկտրաէներգիայի սակագներ սահմանում է ըստ լարման մակարդակների և օրվա ընթացքում օգտագործման ժամանակի: Տարբերակված են 35 կՎ և բարձր լարմամբ սնվող օբյեկտներ, 6 (10) կՎ լարմամբ և 0,38 կՎ լարմամբ սնվող սպառողներ, որոնց մեջ մտնում է նաև բնակչությունը, ինչպես նաև ցերեկային և գիշերային սակագներ¹²:

Էլեկտրական էներգիա արտադրող ընկերությունների կողմից առաքված էլեկտրաէներգիայի սակագների դինամիկան վերջին տաս տարիների ընթացքում ամսեկան կտրվածքով ներկայացված է Գծանկար 2.6-ում: Գծանկարից երևում է, որ

Էլնելով Հայաստանում ռիսկի նույնականարդակով գործող ընկերությունների շահութաբերության վերլուծությունից, բայց ոչ պակաս քան 11% -ը [6, կետ 2.3]

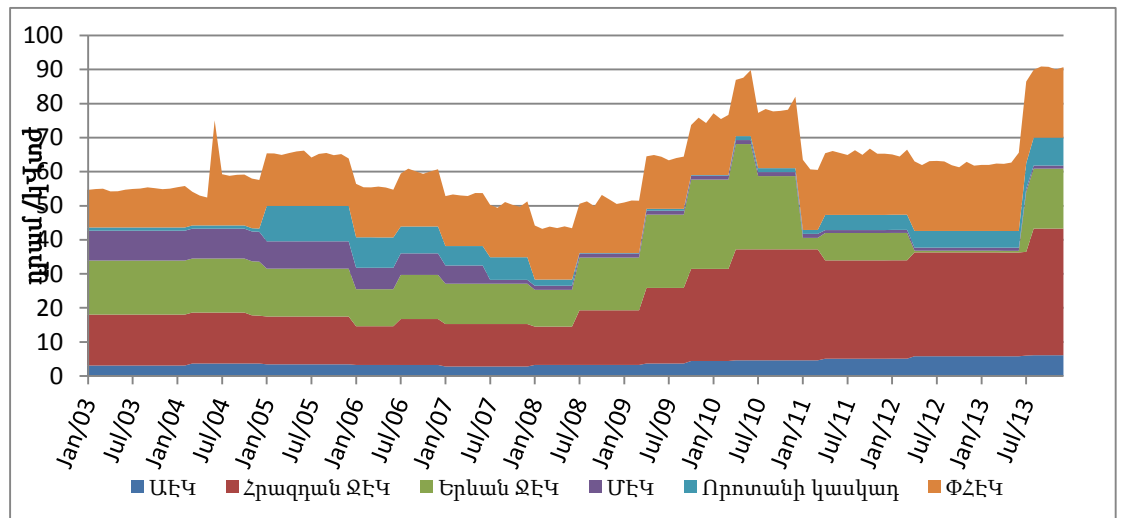
¹¹ Շահույթի հաշվարկման բազան որոշվում է որպես մրցույթի արդյունքում ձևավորված բաժնետոմսերի 100%-ի արժեքի, համաձայն բաժնետոմսերի վաճառքի պայմանագրի Լիցենզավորված անձին փոխանցված պարտավորությունների մեծության, փակման օրվանից մինչև սակագնային մարժայի վերանայման պահը օգտակար և օգտագործվող ակտիվներում (հիմնական և շրջանառու) կուտակված ներդրումների գումարի և կուտակված մաշվածության տարբերություն: Շահույթի հաշվարկման բազայում ներառվող շրջանառու կապիտալի մեծությունը կհաշվարկվի որպես բոլոր ընթացիկ ակտիվների և ընթացիկ պարտավորությունների տարբերություն, որոնք կորոշվեն՝ Էլնելով դրանց՝ Հանձնաժողովի հետ համաձայնեցված շրջանառության ժամկետներից: Վարկերի սպասարկման համար անհրաժեշտ դրամական միջոցները հաշվի չեն առնվի [6, կետ 2.3]:

¹² <http://psrc.am/am/sectors/electric/tariffs>

սակագները աճման միտում ունեն, որը պայմանավորված է արտադրող կայանների շահագործման և պահանման ծախսերի, շահագործման անվտանգության բարձրացման, վառելիքի ուղղվող ծախսերի ավելացմամբ:

Գծանկար 2.6

Արտադրող կայանների սակագների դինամիկան 2003-2013 թվականների ընթացքում ամսական կորվածքով (դրամ/կվտ)



Աղբյուր՝ ՀԾԿԷԼԵԿԿՐԱԿԱՆԷՆԵՐԳԻԱՅԻ ԵՌԱՄՍԿԱՅԻՆ ԽԱՉՎԵՐՎՈՐՈՒՄՆԵՐ
(Հիմնական բնութագրեր): <http://psrc.am/am/sectors/electric/reports>

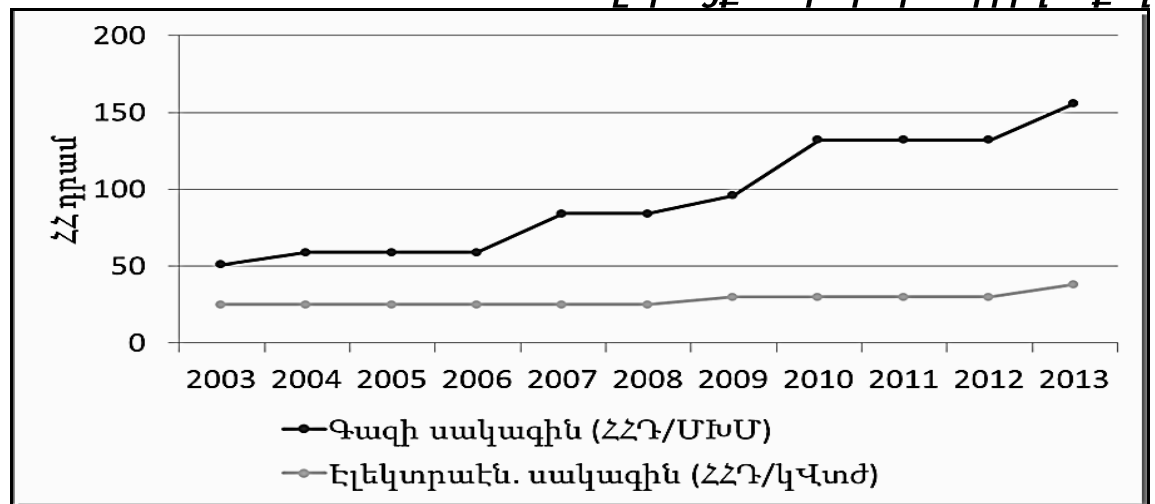
«Հայկական ատոմային էլեկտրակայան» ՓԲԸ-ում ֆինանսական ճեղքվածքի առաջացումը պայմանավորված է կայանի շահագործման անվտանգության բարձրացման, աշխատած վառելիքի պահպանմանն ուղղվող ծախսերի ավելացման, ինչպես նաև այլ լրացուցիչ աշխատանքների իրականացման անհրաժեշտությամբ: «Երևանի ջերմաէլեկտրակենտրոն» ՓԲԸ-ի համար նկատվում է սակագնի բարձրացում, որը պայմանավորված է շոգեգազային ցիկլով աշխատող էներգաբլոկի կառուցման նպատակով ներգրավված վարկի մարման ու տոկոսագումարի մարումները: «Հրազդանի էներգետիկ կազմակերպություն» (ՀրազԶԷԿ) և էլեկտրաէներգետիկական համակարգի այլ ընկերություններում անհրաժեշտություն է առաջացել իրականացնել արտադրության փոփոխությամբ պայմանավորված ծախսերի ճշգրտում և գնաճով պայմանավորված շահագործման և պահպանման ծախսերի ավելացում

2003-2013 թվականների ընթացքում էլեկտրաէներգիայի վերջնական սպառման սակագները աճել են, որը հիմնականում բացատրվում է ներմուծվող գազի

սակագների բարձրացմամբ, ինչպես նաև «Հայաստանի էլեկտրական ցանցերն ՓԲԸ-ում ֆինանսական ճեղքվածքը փակելու անհրաժեշտությամբ: Էլեկտրաէներգիայի արտադրության մոտավերապես 30 % հիմնված է գազի վրա: Գազի և էլեկտրաէներգիայի սակագների դինամիկան ներկայացված է Գծանկար 2.7-ում:

Գծանկար 2.7

Գազի և էլեկտրաէներգիայի սակագների դինամիկան 2003-2013 թվականների ընթացքում տարեկան կտրվածքով



Աղբյուր՝ ՀԾԿՀ հաշվետվություններ

Ներմուծվող բնական գազի ավելի բարձր գները բերում են ջերմային էներգիայի ինքնարժեքի բարձրացման, և հետևաբար էլեկտրաէներգիայի սակագների բարձրացման: Վերջին տարիներին ջեռուցման նպատակով բնական գազի սպառումն աճել է, ուստի սակագների նման բարձրացումը վտանգում է ցածր եկամուտ ունեցող սպառողների համար գազի և էլեկտրաէներգիայի մատչելիությունը:

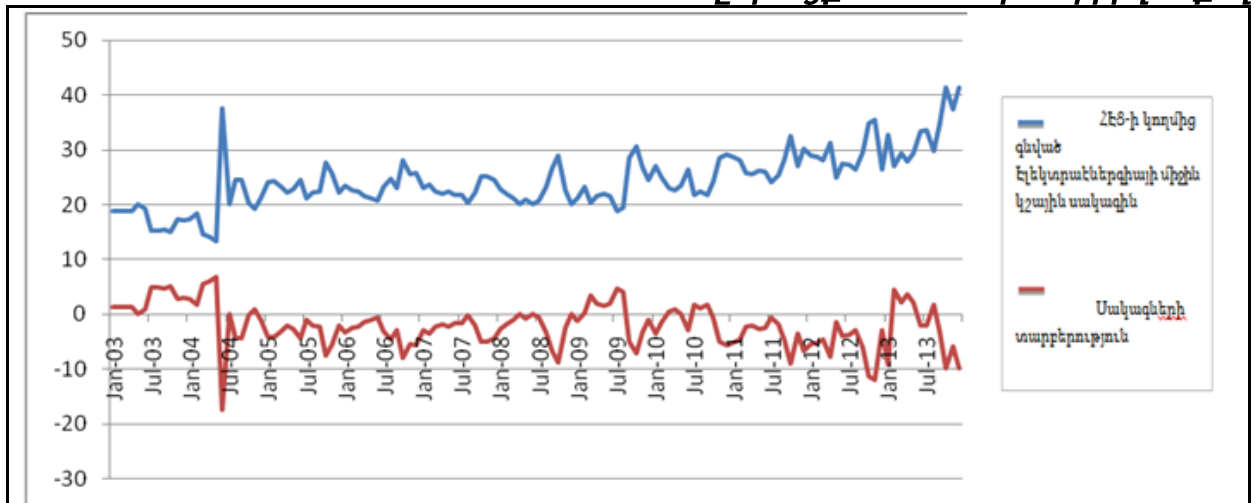
2014թվականի ընթացքում «Հրազդանի էներգետիկ կազմակերպություն» (ՀրազՋԷԿ) ԲԲԸ-ն արտադրել է 2013 թվականի համեմատ գրեթե 300 մլն կՎտժ ավելի էլեկտրաէներգիա ընդհանուր բեռնվածքի մակարդակը պահելու նպատակով¹³: Թանկ էլեկտրական էներգիայով արտադրությամբ պայմանավորված՝ 2013-2014թթ. ընթացքում «Հայաստանի էլեկտրական ցանցեր» ՓԲԸ-ն կրել է վնաս, որը բաշխիչ ցանցի սակագնային մարժայի հաշվարկման մեթոդիկայի համաձայն՝ պետք է փոխհատուցվի [25, էջ 12]: Եթե դիտարկենք վերջին տարիների ընթացքում ՀԷՑ-ի կողմից գնված էլեկտրաէներգիայի միջին կշռության սակագինը և վերջնական

¹³ http://psrc.am/docs/reports/electric/Himnakan_bnutagir_%202013_4.pdf
http://psrc.am/images/docs/reports/electric/Himnakan_cucanish_2014_4.pdf

սպառողին վաճառվող միջին սակագնի և ՀԷՑ-ի կողմից գնված էլեկտրաէներգիայի միջին կշռության սակագնի տարբերությունը, ապա կարելի է տեսնել (տես Գծանկար 2.8), որ վերը նկարագրված սակագնի բարձրացման անհրաժեշտությունը հիմնավորում են նաև փաստացի տվյալները [128, էջեր՝ 1-4]:

Գծանկար 2.8

ՀԷՑ-ի կողմից գնված էլեկտրաէներգիայի միջին կշռային սակագինը և վերջնական սպառողին վաճառվող միջին սակագնի և ՀԷՑ-ի կողմից գնված էլեկտրաէներգիա-յի միջին կշռային սակագնի տարբերությունը 2003-2013թթ-ի ընթացքում ամսական կտրվածքով



Աղբյուր՝ ՀԾԿՀ Էլեկտրական էներգիայի եռամսյակային հաշվետվություններ (Հիմնական բնութագրեր): <http://psrc.am/am/sectors/electric/reports>

2.3 Էներգետիկայի շուկաներում առաջացող անորոշությունները

Էներգետիկայի շուկաներում որոշումների ընդունման խնդիրները կապված են անորոշությունների հետ, որոնք ազդում են գների, պահանջարկի, արտադրության մակարդակի, սարքավորումների հասանելիության և այլնի վրա: Այս խնդիրները ներառում են արտադրողի առաջարկը միասնական շուկաներում, սպառողների և վերավաճառողների համար էներգիայի գնումները, արտադրողների և սպառողների համար ֆյուչերսային շուկաներում առևտուրը և այլն:

Էներգետիկայի շուկաներում անորոշության աղբյուրները ներառում են [44, էջեր՝ 15,16]

1. արտադրական միավորումների և ցանցային բաղադրիչների հասանելիությունը,
2. չվերահսկվող արտադրողների համար հզորության արտադրությունը, ինչպիսիք են արեգակնաջերմային էլեկտրակայանները,

3. նախօրյա էներգիայի գները, պահուստային շուկայի գներ, կանոնավորման բոլոր շուկաների համար գները, և հավասարակշռող շուկայի գները,

4. վերավաճառողների համար հաճախորդների պահանջարկը,

5. սեփական պահանջարկը սպառողների համար:

Ստորև նկարագրված են էներգետիկայի շուկաներին բնորոշ որոշումների հետ կապված անորոշությունները.

1. Ֆյուչերսային շուկաներում, առևտրի ընթացքում, արտադրողներին, սպառողներին և վերավաճառողներին որոշում կայացնելիս անհրաժեշտ է ֆյուչերսային արտադրանքների՝ ֆորվարդային պայմանագրերի կամ օպցիոնների, ժամանակային հորիզոնը նկարագրող սցենարներ: Այդ իրավիճակները հանդես են գալիս որպես ստոխաստիկ պրոցեսներ, որոնց նկարագրման հիմքում ընկած են լինում նախօրյա շուկաներում էներգիայի գները:

2. Նախօրյա և պահուստային շուկաներում առևտրի ժամանակ արտադրողներին սպառողներին և վերավաճառողներին անհրաժեշտ է հաջորդ օրվա էներգիայի և պահուստների գները ներկայացնող, որոնք իրենցից ներկայացնում են ստոխաստիկ պրոցեսներ:

3. Կարգավորման շուկայում արևտրի համար արտադրողներին անհրաժեշտ է հաջորդ օրվա կարգավորող գների հետ կապված ստոխաստիկ պրոցեսների համապատասխան նկարագրություն:

4. Կանոնավորման շուկայում համապատասխան ժամանակահատվածում շուկայում էներգիայի գները պետք է պատշաճ կերպով բնութագրվեն:

5. Վերջապես, հավասարակշռող շուկայի գները պետք է պատշաճ կերպով նկարագրվեն՝ գնահատելու շեղումների տնտեսական ազդեցությունները, որոնք ազդում են չվերահսկվող արտադրողների, սպառողների և վերավաճառողների վրա:

Վերոնշյալ իրավիճակները կարելի է ներկայացնել հետևյալ օրինակների միջոցով.

1. Երկկողմանի պայմանագրի միջոցով հաջորդ տարվա համար էներգիա գնող սպառողին անհրաժեշտ է մոդելավորել երկկողմանի պայմանագրով ընդգրկված տարում միասնական շուկայի գների անորոշությունը:

2. Երկկողմանի պայմանագրով էներգիա գնողի համար անհրաժեշտ է մոդելավորել՝ նախատեսված տարում միասնական գների անորոշությունը, ինչպես նաև այդ տարում հաճախորդների պահանջարկի հետ կապված անորոշությունը՝ հաշվի առնելով միասնական շուկայի գները:

3. Ֆյուչերսային շուկայում մասնակցող և ամսական ֆորվարդային պայմանագրեր կնքող արտադրողը պետք է մոդելավորի այդ ֆորվարդային պայմանագրով նախատեսված ամսում միասնական գների հետ կապված անորոշությունը:

4. Նախօրյա շուկայում առաջարկ ներկայացնող արտադրողը պետք է որոշի վաղվա, նախօրյա, կանոնավորման, հավասարակշռման շուկաների գները: Եթե այս արտադրողը պատրաստվում է մասնակցել նաև կարգավորման և պահուստային շուկաներում, ապա այս շուկաներում գների անորոշությունը ևս պետք է հաշվի առնվի:

Էլեկտրաէներգետիկ շուկաներում առկա անորոշությունները ընդհանուր առմամբ կարելի է տարանջատել համակարգի և օգտագործողի անորոշությունների:

Էներգետիկ համակարգի անորոշություններն են՝

- *էլեկտրաէներգիայի պահանջարկի հետ կապված երկարաժամկետ (հիմնականում տարեկան կտրվածքով) և կարճաժամկետ հատվածում (օրական),*
- *հիդրոէլեկտրակայանների ջրամբարների ներհոսքի ժամանակ առաջացող անորոշություններով (սովորաբար ամսական/շաբաթական կտրվածքում),*
- *այլընտրանքային էլեկտրաէներգիայի (օրինակ՝ քամու) առաջարկով (ժամերով) և էլեկտրամատակարարման ցանցում անջատումներով (րոպեներով) պայմանավորված անորոշություններ:*

Անորոշությունները, որոնց հետ առնչվում է էլեկտրաէներգիա սպառողը, հետևյալն են.

- *էլեկտրաէներգիայի գները,*
- *շուկայի մասնակիցների վարքը,*
- *կառավարության որոշումները:*

Ստոխաստիկ ծրագրման միջոցով հնարավոր է ներկայացնել է մոդել, որում պատշաճ կերպով ձևակերպվում են անորոշության պայմաններում որոշումների կայացման խնդիրները: Ստոխաստիկ ծրագրումը հիմնվում է անորոշ պարամետրերը նկարագրող ստոխաստիկ գործընթացների վրա, ինչպիսիք են՝ օրինակ՝ միասնական

շուկայի գները: Ստոխաստիկ գործընթացների միջոցով մոդելավորվում են անորոշ պարամետրերը, որի արդյունքում հնարավոր է դառնում ձևակերպել մաթեմատիկական ծրագրման խնդիր, որը հաշվի է առնում այս պարամետրերի անորոշությունը: Մոդելավորման նպատակով յուրաքանչյուր անորոշ պարամետր մոդելավորվում է սահմանափակ արդյունքների կամ սցենարների միջոցով, որտեղ յուրաքանչյուր արդյունք ներկայացնում է անորոշ պարամետրերի հավանական ելքով:

Էներգետիկայի նկատմամբ պահանջարկի կառավարումը: Էներգետիկ համակարգը կազմված է առաջարկը և պահանջարկը ներկայացնող կողմերի գործունեությունից: Մինչ նավթի առաջին ցնցումը էներգետիկ սեկտորը ուներ մատակարարման ուղղվածություն, որի նպատակն էր էզզոգեն պահանջարկի ընդլայնումը՝ մատակարարման տեսանկյունից: Ենթադրվում էր, որ առաջարկը ավելի հեշտ է կառավարել, քան պահանջարկը. քանի որ այն համարվում էր տրված մեծություն: Երբ էներգետիկ ոլորտում անսպասելի գների աճ գրանցվեց, համապատասխան ուսումնասիրություններում խնդրահարույց հարցերի բնույթը փոխվեց: Կենտրոնացված առաջարկից անցում կատարվեց էներգետիկ պահանջարկի ուսումնասիրությանը: Տնտեսագիտության տեսանկյունից էներգետիկ պահանջարկի գնահատումը և վերլուծումը սկզբունքորեն չեն տարբերվում մյուս ապրանքների պահանջարկից: Էներգետիկ պահանջարկի բնութագրերը, էներգետիկ շուկայում ինստիտուցիոնալ առանձնահատկությունները և չափման խնդիրները հատուկ ուշադրություն են պահանջում էներգետիկայի շուկայում: Չնայած, որ էներգետիկ պահանջարկի միկրոտնտեսական հիմքերը նույն են, ինչ մյուս ապրանքներին:

Էներգետիկայի նկատմամբ պահանջարկ կարող է առաջանալ տարբեր պատճառներով: Տնային տնտեսությունները էներգիա սպառում են իրենց պահանջմունքները բավարարելու, նրանք սպառում են էլեկտրաէներգիա իրենց եկամուտների հաշվին: Արդյունաբերությունում էներգիան օգտագործվում է որպես արտադրության մուտք: Առևտրային գործակալների հիմնական նպատակն է նվազեցնել արտադրության ընդհանուր ծախսերը: Հետևաբար տնային տնտեսությունների և արդյունավետ էներգիա օգտագործողների նպատակները նույնը չեն, էներգետիկ պահանջարկի վերլուծություն կատարելիս պետք է դա հաշվի առնել: Էներգետիկ

պահանջարկի վերլուծություն կատարվում է ագրեգացված և չագրեգացված մակարդակներով, այսինքն ընդհանուր տնտեսությունում և առանձին սպառողների խմբի համար:

Տարբեր վիճակագրական մեթոդներ են օգտագործվում էներգետիկ պահանջարկը վերլուծելու համար, նրանցից ամենատարածվածը էկոնոմետրիկ վերլուծությունն է: Էկոնոմետրիկ վերլուծությունը հիմնվում է էներգետիկ պահանջարկի տնտեսական հիմքի վրա և նպատակ ունի գնահատելու էներգիայի պահանջարկի վրա ազդող գործոնների (էներգիայի գործող գները, գնագոյացման քաղաքականության փոփոխությունը և այլն) ազդեցությունը: Վերլուծությունը կարող է սահմանափակվել մեկ կամ միաժամանակ գործող մի քանի հավասարումներ պարունակող համակարգով [31, էջեր՝ 41-47]:

Էներգիայի նկատմամբ պահանջարկը, ընդհանուր առմամբ, բաժանվում է մի շարք ոլորտների՝ արդյունաբերություն, տրանսպորտ, բնակելի և առևտրային, գյուղատնտեսություն և այլն: Ուսումնասիրությունների ժամանակ տվյալների սահմանափակության պատճառով բնակելի և առևտրային հատվածները խմբավորվում են:

«Էներգետիկ պահանջարկի կառավարումը» ընդհանուր տերմին է, որն ընդգրկում է գործունեության տարբեր կարգեր [31, էջեր՝ 139-140].

- Բեռնվածքի/բեռնվածության կառավարում: Բեռնվածության կառավարման նպատակն է կրճատել պահանջարկի չափը կամ ժամանակը:

- Էներգիայի պահպանումը/ էներգախնայողությունը: Էներգիայի պահպանման նպատակն է նվազեցնել պահանջարկը՝ տեխնիկական բարեփոխումների միջոցով:

- Վառելիքի փոխարինում: Վառելիքի փոխարինման միջոցով կարելի է փոփոխել պահանջարկը:

- Բեռնվածության շեմ: Բեռնվածության շեմի սահմանում, որը իրականացվում է ռազմավարական նպատակներով և օգտագործվում է հազվադեպ :

Բեռնվածքի/ Բեռնվածության կառավարման նպատակն է պիկային հատվածում պահանջարկի կրճատումը, որն էլ կբերի պիկային հատվածներում

օգտագործվող սարքավորումներում ներդրումների կրճատման, այսինքն արտադրական ծախսերի կրճատման: Բեռնվաճառի կառավարման տարբերակներ են.

ա) պիկային ժամերին պահանջարկի կրճատում, որը սովորաբար իրականացվում է կամ սահմանափակելով տեխնոլոգիայի օգտագործումը, կամ գների միջոցով՝ ազդելով սպառողի վարքի վրա (Տես՝ Գծանկար 2.8 ա):

բ) ոչ պիկային ժամերին սպառման ավելացում, որը կրթի սարքավորումների օգտագործման միջին մակարդակի բարելավմանը: Դա հնարավոր է իրականացնել օրինակ սպառողներին խրախուսելով սպառել էլեկտրաէներգիա գիշերային ժամերին (Տես՝ Գծանկար 2.8 բ):

գ) էլեկտրաէներգիայի բեռի փոխանցում պիկային ժամերից ոչ պիկային ժամերի՝ առանց փոխելու էլեկտրաէներգիայի սպառման հետագիծը(Տես՝ Գծանկար 2.8 գ.):

դ) էլեկտրաֆիկացում կամ էներգիայի հասանելիության մեծացում: Այստեղ նպատակն է էլեկտրաէներգիայի պահանջարկի ավելացումը՝ ներառելով նոր սպառողներ կամ շուկաներ(Տես՝ Գծանկար 2.8 դ):

ե) Էներգախնայողություն: էլեկտրաէներգիայի պահանջարկի կրճատումը՝ ավելի արդյունավետ տեխնիկայի օգտագործմամբ կամ կյանքի պայմանների փոփոխության միջոցով (Տես՝ Հավելված 3, Գծանկար 2.8):

Գլուխ 3: ՀՀ էներգետիկայի ոլորտում մատակարարման շղթայի ստոխաստիկ մոդելավորումը

Էլեկտրաէներգիան էներգիայի այն կարևորագույն տեսակն է, որի բացակայությունը կամ անհասանելիությունը հզոր և տևական ազդեցություն է ունենում աշխարհի ինչպես զարգացած, այնպես էլ զարգացող երկրների վրա: Հետևաբար ժամանակակից տնտեսությունների կայուն զարգացման համար անհրաժեշտ է ապահովել էլեկտրաէներգետիկական համակարգերի ճկուն ենթակառուցվածքներ: Ինչ վերաբերում է էլեկտրաէներգետիկական համակարգում որոշում կայացնողների միջև փոխհարաբերություններին, ապա այդ գործընթացը կարելի է ներկայացնել մատակարարման շղթայի միջոցով: Վերջինիս հիմնական նպատակն է էլեկտրաէներգետիկական համակարգի գործառնական արդյունավետության բարձրացումը, ֆիրմաների և մատակարարման շղթայի գործընկերների շուկայում շահութաբեր և մրցակցային դիրքի ապահովումը: Որոշում կայացնող տնտեսավարողների օպտիմալ վարքագծի նկարագրումը՝ մատակարարման շղթաների մոդելավորման միջոցով, կիրառվել է նաև ՀՀ-ում մանրածախ առևտուր իրականացնող ընկերությունների համար, որտեղ արդյունավետության գնահատման համար կիրառվել է ՏՊՎ (Տվյալների պարփակման վերլուծություն)մեթոդը[9, էջեր՝ 4-5]: Մենք փորձել ենք ուսումնասիրել մատակարարման շղթայի կառուցվածքը ՀՀ էլեկտրաէներգետիկական համակարգի համար և մոդելավորել էլեկտրաէներգիայի բեռնվածքների պլանավորման գործընթացի արդյունավետ կազմակերպումը: Ինչը թույլ կտա էներգետիկ ոլորտում որոշումներ կայացնողներին բեռնվածքի պլանավորում իրականացնել՝ որոշակիորեն ազատվելով անորոշության գործոնների ազդեցությունից:

ՀՀ էներգետիկայի բնագավառում իրականացվող քաղաքականության հիմնահարցերից մեկն է հանդիսանում՝ ժամանակակից էներգետիկ սարքավորումների կիրառմամբ՝ ապահովել ցածր գներով հուսալի էներգամատակարարում՝ սպառողների պահանջները բավարարելու համար: Աշխատանքի այս գլխում կփորձենք մատակարարման շղթայի միջոցով ներկայացնել ՀՀ էլեկտրաէներգետիկական շուկան, նկարագրել շուկայի մասնակիցների վարքը՝ մոդելավորել և հաշվարկել էլեկտրաէներգիայի արտադրության և բաշխման ռեժիմները, ինչպես նրանցից

յուրաքանչյուրի, այնպես էլ համակարգի համար՝ ներքին պահանջարկի անորոշության պայմաններում: Մեր կողմից մշակված համակարգի օպտիմացումը նպատակաուղղված է բավարարելու ՀՀ ռազմավարական ծրագրում դրված հետևյալ խնդրի որոշակիորեն լուծմանը. կառուցել ֆինանսապես կենսակայուն էներգահամակարգ, որտեղ խրախուսվում է էներգիա մատակարարող բոլոր կառույցների տնտեսապես արդյունավետ գործունեությունը և, որը հետաքրքրություն կարող է առաջացնել մասնավոր կապիտալի և ներդրողների շրջանում: Մեր խնդիրն է որոշել էլեկտրաէներգիայի մատակարարման շղթայում էլեկտրաէներգիայի այն հոսքը, որի դեպքում մատակարարման շղթայի ընդհանուր կորուստները կլինեն նվազագույնը:

3.1 ՀՀ էլեկտրաէներգետիկական շուկայի մատակարարման շղթայի կառուցվածքը և մասնակիցները

ՀՀ էլեկտրաէներգետիկական համակարգի մոդելավորման ընթացքում կարևորել ենք ներքին շուկայի կազմակերպումը, արտադրող հզորությունների առավելագույնս բեռնավորումը: Այդուհանդերձ, չենք դիտարկել տեխնիկական այնպիսի խնդիրներ ինչպիսիք են՝ հաղորդող ցանցերի սերնդափոխությունը, արդիականացումը, ջերմային էլեկտրակայանների (ՋԷԿ) ագրեգատների շահագործումը և այլն: ՀՀ-ի էներգետիկական համակարգում նշված խնդիրներին մասնակիորեն անդրանդարձել է կատարվել հետազոտողների կողմից, ովքեր ուսումնասիրել են էլեկտրական բեռնվածքի օպտիմալ բաշխման խնդիրը տեխնիկական տեսանկյունից, մասնավորապես մշակվել են տարբեր էներգետիկական բնութագրերով էներգաբլոկների միջև ներկայանային բեռնվածքի օպտիմացման խնդիրներ և այլն [1, էջ 4]: Մեր կողմից ստորև ներկայացված է էներգետիկական համակարգի համար օպտիմալ բաշխման մոդել՝ տնտեսական տեսանկյունից, որտեղ ներկայացվում են ՀՀ էլեկտրաէներգետիկական շուկայի մասնակիցների օպտիմալ վարքի դրսևորման ուղիները, շուկայի մասնակիցների միջև փոխհարաբերությունները և ընդհանուր համակարգի օպտիմացման պայմանները:

Այժմ կառուցենք մատակարարման շղթայի ցանցային մոդելը ՀՀ էլեկտրաէներգետիկ համակարգի համար:

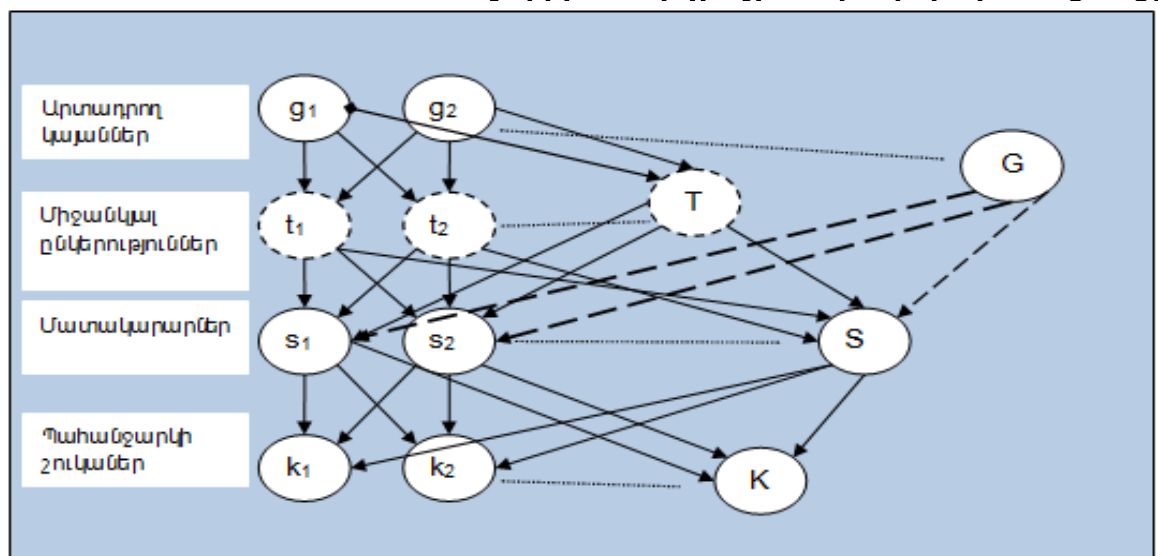
Մոդելի ենթադրությունները: Մատակարարման շղթան հնարավորություն է տալիս ներկայացնել էլեկտրաէներգետիկ համակարգում որոշում կայացնողների միջև փոխհարաբերությունները՝ ցանցի աղեղների, հոսքերի և գների միջոցով:

Մոդելի կառուցման ընթացքում ենթադրվում է, որ որոշում կայացնողները միևնույն աղեղի վրա դրսևորում են ոչ կոոպերատիվ, իսկ աղեղների միջև կոոպերատիվ վարքագիծ: Այս մոտեցումը հնարավորություն է տալիս օգտագործել ցանցի տոպոլոգիան, որը չի սահմանափակում արտադրողների, մատակարարների և սպառողների քանակը՝ հաշվարկներ կատարելու համար[26, էջ 5]:

Մոդելի շրջանակներում ենթադրվում է, որ որոշում կայացնողները գործում են ապակենտրոնացված, մասնավորապես մենք կենտրոնանում ենք էլեկտրաէներգիայի մատակարարման ցանցի տնտեսությանը, որտեղ ապրանքի՝ էլեկտրաէներգիայի քանակը և մատակարարման հնարավորությունները սահմանափակ են:

Մատակարարման շղթայի բաղադրիչներն են՝ արտադրողները, մատակարարները և սպառողները: ՀՀ էներգետիկական համակարգի մատակարարման շղթայի բաղադրիչներն են՝ էլեկտրաէներգիա արտադրող կայանները, մատակարարը և սպառողները: Էլեկտրաէներգիայի մատակարարման ցանցը ներկայացված է Գծանկար 3.1 –ում:

Գծանկար 3.1
Էլեկտրաէներգիայի մատակարարման ցանցը



Աղբյուր՝ Wu K., Nagurney A., Liu Z., and Stranlund J., "Modeling generator power plant portfolios and pollution taxes in electric power supply chain networks: A transportation network equilibrium transformation", Transportation Research Part D: Transport and Environment, Vol. 11, Issue 3, May 2006, , pp. 171-190

Գծանկար 3.1-ում ներկայացված ՄՇ-ի առաջին հանգույցների համախումբը արտադրող կայաններն են, որոնք միջանկյալ ընկերությունների ծառայությունների միջոցով մատակարարում են ապրանքը մատակարարներին, իսկ մատակարարները վերջնական ապրանքը իրացնում են սպառողական շուկայում:

Էլեկտրաէներգիայի ՄՇ-ում արտադրողները կամ գեներատորները այն որոշում կայացնողներն են, որոնք ունեն և շահագործում են էլեկտրակայաններ, արտադրում են էլեկտրաէներգիա, այնուհետև վաճառում են արտադրված էլեկտրաէներգիան էլեկտրաէներգիայի մատակարարներին: Նշենք, որ յուրաքանչյուր գեներատորի և մատակարարի միջև առկա է փոխկապակցված կապ, որը ցույց է տալիս, որ մատակարարը կարող է գնել էլեկտրաէներգիա ցանկացած գեներատորից, և հետևաբար՝ յուրաքանչյուր արտադրող կարող է վաճառել էներգիա ցանկացած մատակարարին: Ընդհանուր արտադրող կայանների բազմությունը նշանակված է G-ով, իսկ տիպային էլեկտրաէներգիայի արտադրողները՝ g-ով: Էլեկտրաէներգիայի արտադրության հնարավոր կառուցվածքում կարևորվում է արտադրող հզորությունների օպտիմալ տեղաբաշխումը բեռի գրաֆիկի՝ բազային, կիսապիկային և պիկային հատվածներում:

Հայաստանում էլեկտրական և ջերմային էներգիաներն արտադրվում են տարբեր եղանակներով: Էլեկտրաէներգիայի արտադրությունը իրականացվում է կենտրոնացված, իսկ ջերմամատակարարումը (բացառությամբ նորակառույց շենքերի որոշ համակարգերից)՝ անհատական եղանակով: Այսօր Հայաստանում էլեկտրաէներգիան արտադրվում է հիմնականում ՀԱԷԿ-ում, Հրազդանի և Երևանի շոգեգազային ցիկլով աշխատող ԶԷԿ-երում և տարբեր հզորության ՀԷԿ-երում:

Մոդելում ՀՀ-ի էլեկտրաէներգետիկ համակարգում որպես արտադրողներ առանձնացված են հետևյալ կայանները՝ ՀԱԷԿ, Հրազդանի ԶԷԿ, Երևանի ԶԷԿ, Որոտանի կասկադ, ՄԷԿ(Սևան-Հրազդան կասկադ) և Փոքր ՀԷԿ-եր:

Էլեկտրաէներգիայի մատակարար ասելով հասկանում ենք էլեկտրաէներգիայի շուկայի մասնակիցներին, առևտրականներին և բրոկերներին, որոնք գեներատորների ստացած արդյունքի վաճառքի և գնման համար պայմանավորվածություն ունեն այլ մատակարարների կամ բեռնման սերվերների հետ:

Նրանք դիտարկված մոդելում խաղում են հիմնական դեր, քանի որ պատասխանատվություն են կրում գեներատորներից էլեկտրաէներգիայի ձեռք բերման համար և մատակարարում են այն սպառողներին:

Տարբերում ենք մատակարարների երկու տեսակներ՝ ընդհանուր և տիպային մատակարարներ: Ընդհանուր մատակարարների բազմությունը նշանակված են S-ով, իսկ տիպային մատակարարները՝ s-ով [26, էջ 5]: ՀՀ էլեկտրաէներգետիկական համակարգում որպես մատակարար դիտարկված է՝ «Հայաստանի էլեկտրացանցեր» ՓԲԸ-ն (ՀԷՑ): ՀԷՑ-ը հանդես էգալիս որպես մեծածախ շուկա, որտեղ առևտուր են անում սպառողները: Արտադրող կայանների և մատակարարների միջև գործում են նաև միջանկյալ ընկերություններ, որոնք իրականացնում են կամ փոխադրման, կամ լարման իջեցման ծառայություններ:

Մատակարարման ցանցում միջանկյալ ընկերությունների բազմությունը նշանակված է T-ով, իսկ տիպային լարում իջեցնող ընկերությունները՝ t-ով [26, էջ 6]: ՀՀ էլեկտրաէներգետիկական շուկայում միջանկյալ ծառայություններ իրականացնում են «Բարձրավոլտ էլեկտրացանցեր» ՓԲԸ-ն, «Հաշվարկային կենտրոն» ՓԲԸ-ն և «Էլեկտրաէներգետիկական համակարգի օպերատոր» ՓԲԸ-ն:

Ի տարբերություն մրցակցային շուկաների համար վերը նկարագրված մատակարարման շղթայի կառուցվածքի, ՀՀ էլեկտրաէներգետիկական շուկայում «Էլեկտրաէներգետիկական համակարգի օպերատոր» ՓԲԸ-ն որոշում է տվյալ ժամանակահատվածում էլեկտրական էներգիայի (հզորության) արտադրության, ներկրկման, արտահանման և բաշխող ցանցեր առաքման քանակները, ինչպես նաև կանխավճարով հաշվեկշռի կազմման գործընթացը [4]:

ՀՀ էլեկտրաէներգետիկ համակարգում բոլոր արտադրող կայանները, բացի փոքր ՀԷԿ-երից, օգտվում են ԲԷՑ-ի ծառայություններից:

Մատակարարների միջոցով է էլեկտրաէներգիան գեներատորներից տեղափոխվում դեպի պահանջարկի շուկաներ՝ տնային տնտեսություններ և ձեռնարկություններ: ՀՀ-ում էլեկտրաէներգիա արտադրող ընկերությունը կարող է այն օգտագործել սեփական կարիքների համար կամ վաճառել ՀԷՑ-ին, հետևաբար արտադրողը չի կարող էլեկտրաէներգիա վաճառել բնակչությանը կամ այլ սպառողին:

Միջանկյալ ընկերություններն էլեկտրաէներգիա արտադրող էլեկտրակայանների և ՀԷՑ-ի միջև էլեկտրաէներգիա վերավաճառողի դեր չեն կատարում և ֆինանսավորվում են ՀԷՑ-ի կողմից՝ նրան մատուցված ծառայության դիմաց: *Քանի որ միջանկյալ ընկերությունները էլեկտրաէներգիայի արտադրման հետ կապված որոշումներ չեն կայացնում, մենք նրանց օպերիմալ վարքը մոդելի շրջանակներում չենք վերլուծում:*

Որոշում կայացնողների վերջին տիպը մոդելում սպառողներն են: Նրանք ներկայացված են մատակարարման շղթայի ստորին օղակում: Սպառողները շուկայում ներկայացնում են էլեկտրաէներգիայի նկատմամբ պահանջարկ, որին համապատասխան էլեկտրակայանները ներկայացնում են իրենց առաջարկը: Շղթայում դիտարկվում են ընդհանուր K պահանջարկի շուկաներ, որոնք տարբերվում են մեկը մյուսից սպառողների տեսակով [26, էջ 7]:

Փաստորեն, եթե փորձենք ներկայացնել ՀՀ էլեկտրաէներգետիկական շուկայի մատակարարման ցանցը, այն կունան Գծանկար 3.2-ի տեսքը: Շղթայում տարբերում ենք երեք սլաքներ՝ կարմիր գույնի սլաքը ցույց է տալիս ՀԾԿՀ-ի կողմից սահմանված վաճառքի սակագները համապատասխան շուկայի մասնակիցների համար, կետագծերը ցույց են տալիս շղթայում ինֆորմացիոն հոսքերը, իսկ հոծ գծերով ներկայացված է էլեկտրաէներգիայի հոսքը: Վերին օղակում ներկայացված է էներգետիկայի և բնական պաշարների նախարարությունը, որը մշակում և իրականացնում է էներգետիկ քաղաքականություն: Հանրային ծառայությունները կարգավորող մարմինը՝ ՀԾԿՀ-ն կարգավորում է շուկայում սակագները շուկայի բոլոր մասնակիցների համար: Դրանով էլ պայմանավորված է ՀՀ-ն էներգետիկ շուկայի համար մատակարարման շղթայի կառուցման դժվարությունները: Քանի որ շուկան մրցակցային չէ, իսկ ապրանքի՝ էլեկտրաէներգիայի գները սահմանվում են անկախ կարգավորվող մարմնի կողմից: Բաշխող ընկերությունը՝ ՀԷՑ-ի միակ գնորդն է:

Արտադրող կայաններն յուրաքանչյուր տարվա վերջում էլեկտրաէներգետիկ համակարգի օպերատորին են ներկայացնում իրենց հաջորդ տարվա համար գնահատված հզորությունները, օպերատորը գնահատում է նաև սպասվող

Արտադրող կայանների արտադրանքը՝ տվյալ դեպքում էլեկտրաէներգիայի քանակը կամ ուղարկում են բարձրավոլտ էլեկտրական ցանցեր, այսինքն լարում իջեցնող ընկերություն, որոնք շղթայում միջանկյալ օղակում են գտնվում, կամ անմիջապես իրենց արտադրման քանակը վաճառում են էլեկտրաէներգիայի մատակարարին, Հայաստանի շուկայում՝ ՀԷՑ-ին: Վերոնշյալ արտադրող կայանները ՀՀ-ի շուկայում հանդիսանում են փոքր ՀԷԿ-րը, որոնց համար աղեղը անմիջապես կապ է հաստատում մատակարարի հետ, իսկ մյուս արտադրող կայանները անուղղակիորեն են կապված մատակարարի հետ:

Գծանկար 3.2



Բարձրավիճակի էլեկտրական ցանցեր մտնում և դուրս են գալիս ևս երկու աղբյուրներ: Ներմուծումը հանդիսանում է ներհոսք, իսկ էլեկտրաէներգիայի արտահանումը՝ արտահոսք, հետևաբար սլաքները համապատասխանաբար մուտքային և ելքային են: Բարձրավիճակի էլեկտրական ցանցերից էլեկտրաէներգիայի քանակը հոսում է ՀԷՑ, դրան գումարվում է փոքր ՀԷԿ-երի արտադրանքը, և գումարային արտադրանքը իրացվում է ՀՀ էլեկտրաէներգիայի ներքին շուկայում: Էլեկտրաէներգետիկական համակարգում Հաշվարկային կենտրոնը հաշվառում է արտադրված, առաքված ներկրված, արտահանված և բաշխողի կողմից գնված էլեկտրաէներգիան:

Մենք ուսումնասիրության համար առանձնացրել ենք արտադրող կայաններից՝ ՀԱԷԿ-ը, Հրազդանի ՋԷԿ-ը, Երևանի ՋԷԿ-ը, Որոտանի կասկադը, ՄԷԿ (Սևան Հրազդան կասկադը) և փոքր ՀԷԿ-երը, քանի որ ընդհանուր արտադրությունում վերջիններիս կշիռները մեծ են (Տե՛ս Գծանկար 3.3, էջ 84): Շղթայի վերջին հանգույցներում ներկայացված են սպառողները, որոնց բաժանել ենք երկու խոշոր խմբի՝ բնակչություն և այլ սպառողներ:

Մատակարարման շղթայի միջոցով ստացված մոդելը կարելի է նաև ընդլայնել՝ ներառելով էլեմենտներ, որոնք առնչվում են շրջակա միջավայրի խնդիրներին, ռիսկերին, ինչպես նաև ստոխաստիկ կոմպոնենտներ:

3.2 ՀՀ-ի էլեկտրաէներգետիկական շուկայի մասնակիցների վարքի վերլուծությունը մատակարարման շղթայում

3.2.1 Արտադրող կայանների վարքագծի վերլուծություն

Մոդելի ենթադրությունները: Մոդելը նշանակալիորեն ընդհանուր է տարբեր որոշում կայացնողների վարքը ղեկավարելու համար: ՄՇ-ն կարող է կազմված լինել բազմաթիվ արտադրողներից, տարբեր մատակարարներից, բաշխումն իրականացնող ընկերություններից, վերավաճառողներից և սպառողներից: Ենթադրում ենք, որ որոշում կայացնողները գործում են ապակենտրոնացված, դրանով էլ այս մոդելը

տարբերվում է մյուս մոդելներից¹⁴. այստեղ դիտարկվում են տարբեր տիպի որոշում կայացնողներ և մանրամասն մոդելավորվում է նրանց վարքը և վերջիններիս միջև առաջացող փոխազդեցությունները [26, էջեր՝ 7-9]:

Էլեկտրական էներգիա արտադրողները, ինչպես նշեցինք, արտադրում են էլեկտրաէներգիա, այնուհետև վաճառում են այն էլեկտրաէներգիայի մատակարարներին, ուստի առաջին ենթադրությունը այն է, որ էլեկտրաէներգիայի արտադրողները չեն կարող առևտուր անել պահանջարկի շուկաներում: Ընհանուր արտադրող կայանների բազմությունը նշանակված է G -ով, իսկ տիպային էլեկտրաէներգիայի արտադրողները՝ g -ով: Կատարենք հետևյալ նշանակումները. q_g -ն էլեկտրաէներգիայի ոչ բացասական քանակն է կիլովատերով, որը արտադրվում է g -րդ գեներատորի կողմից, q_{gs} նշանակենք էլեկտրաէներգիայի այն քանակն է, որը փոխանցվել է g գեներատորից դեպի s մատակարարին, Q^1 սյուն վեկտորով տրվում են բոլոր արտադրող կայաններից դեպի մատակարարներ ուղղված էլեկտրաէներգիայի քանակները ($Q^1 \in R_+^{GS}$): Նշենք, որ q_{gs} համապատասխանում է g և s հանգույցները միացնող աղեղի հոսքին: g -րդ գեներատորի ծախսերի ֆունկցիան նշանակում ենք f_g -ով այնպես, [26, էջ 8]

$$f_g = f_g(q), \quad (3.1)$$

Ենթադրվում է, որ էլեկտրաէներգիայի արտադրական ֆունկցիան ուռուցիկ է և անընդհատ դիֆերենցելի g -ի ցանկցած արժեքի դեպքում, մասնավոր դեպքում՝

$$f_g = f_g(q_g), \quad (3.1.1)$$

Յուրաքանչյուր արտադրող կայանի համար ճիշտ է հետևյալ հավասարությունը.

$$\sum_{s=1}^S q_{gs} = q_g \quad (3.2)$$

Համաձայն (3.2)-ի արտադրողը չի կարող տեղափոխել արտադրված քանակից ավելի էլեկտրաէներգիա: (3.1) և (3.2) հավասարություններից հետևում է.

$$f_g = f_g(Q^1) \quad (3.2.1)$$

¹⁴Stu` Jing-Yuan և Smeers (1999), Takriti, Krasenbrink, և Wu (2000), Boucher և Smeers (2001), Daxhelet և Smeers (2001):

ցանկացած g գեներատորի համար $g=1,2, \dots, G$:

Ենթադրում ենք, որ տիպային գեներատորի համար հիմնական խնդիրը շահույթի մաքսիմալացումն է: P_{1gs}^* -ով նշանակենք g -րդ գեներատորի սահմանած գինը s մատակարարի նկատմամբ միավոր էլեկտրաէներգիայի դիմաց: Մոդելում թույլ է տրված գեներատորների համար սահմանել տարբեր գներ տարբեր մատակարարների պարագայում: Ուստի, թույլատրելի շահույթի օպտիմացման խնդիրը գեներատորների համար կարելի է ներկայացնել հետևյալ կերպ. [26, էջ 9]

$$Maxi \sum_{s=1}^S p_{1gs}^* q_{gs} - f_g(Q^1) - \sum_{s=1}^S c_{gs}(Q^1), \quad (3.3)$$

$$q_{gs} \geq 0, \quad (3.3.1)$$

որտեղ $\sum_{s=1}^S c_{gs}(Q^1)$ -ը g գեներատորի s մատակարարին էլեկտրաէներգիայի տեխսափոխման ծախսերի ֆունկցիան է: Մոդելում դիտարկվում է ընդհանուր իրավիճակ, որտեղ մասնավոր գեներատորի տեխսափոխման ծախսերը ֆունկցիա են ոչ միայն տրված գեներատորի կողմից էլեկտրաէներգիայի տեխսափոխման քանակից, այլ նաև բոլոր գեներատորների կողմից տեխսափոխված էլեկտրաէներգիայի քանակից:

ՀՀ-ում համակարգի օպերատորը հաշվարկային տարվա կանխատեսումային հաշվեկշիռը կազմման ընթացքում հիմնվում է շուկայի մասնակիցների, հաշվարկային կենտրոնի և ներկրողը և արտահանողի կողմից մշակված առաջարկությունների վրա:

ՀՀ-ում արտադրող կայանները աշխատում են անհրաժեշտ հասույթի ստացման սկզբունքով, որը իրենից ներկայացնում է թույլատրելի ծախսերի, մաշվածության և թույլատրելի շահույթի հանրագումարը: Արտադրող կայանների համար վաճառքի սակագները սահմանվում են ՀԾԿՀ-ի կողմից՝ շուկայական ռիսկը արտադրող կայաններից ամբողջովին տեղափոխելով մատակարարի վրա: Մատակարարը տվյալ դեպքում պարտավորվում է վճարել արտադրող կայանների վառելի գների աճի, արտադրության տատանման և այն գործոնների համար, որոնք գները ինդեքսավորվում են: Տրված սակագների դեպքում արտադրող կայանների համար պահանջարկի ֆունկցիան գնահատելիս որպես անկախ փոփոխական չի դիտարկվում վաճառքի սակագինը, այլ հաշվի է առնվում միայն արտադրող կայանների հզորությունները էլեկտրաէներգիայի բեռնվածքը կանխատեսելիս:

ՀՀ-ում արտադրող կայանները տեղափոխման ծախսերը չեն կատարում, հետևաբար արտադրողների համար շահույթի ֆունկցիան նկարագրելիս տեղափոխման ծախսերը չենք ներառում:

$$Max \left[\sum_{s=1}^S p_{1gs}^* q_{gs} - f_g(Q^1) \right] \quad (3.3)'$$

$$q_{gs} \geq 0, \quad (3.3.1)'$$

Ըստ արտադրող կայանների՝ էլեկտրաէներգիայի արտադրությունը ՀՀ-ում կախված է երեք հիմնական գործոններից: ԱԷԿ-ի համար յուրաքանչյուր տարի ներմուծվում է միջուկային վառելիք (ատոմակայանը լիզքավորվում է մեկ տարվա համար), որը օգտագործվում է տարվա ընթացքում արտադրությունը կազմակերպելու համար: ՀԷԿ-երի համար (Սևան-Հրազդանյան, Որոտանի կասկադ և փոքր ՀԷԿ-եր) արտադրական հիմնական ռեսուրս է հանդիսանում ջրի քանակը, իսկ ԶԷԿ-երի համար՝ ներմուծված գազի ծավալը: Փաստորեն արտադրության մակարդակը գնահատելիս այն պետք է դիտարկել որպես նշված երեք հիմնական էներգիայի աղբյուրների հանրագումար:

Նախ գնահատենք էլեկտրաէներգիայի արտադրությունը կարճաժամկետ հատվածում՝ ընդհանուր արտադրության մասին տեղեկատվություն ստանալու համար: Արտադրության մոտարկային ֆունկցիան անրիաժեշտ է հետազայում արտադրող կայանների արտադրության լավագույն լուծումը և շղթայի հավասարակշռության պայամները ստանալու համար:

Որպես կախյալ փոփոխական դիտարկել ենք 2003-2014 թթ-ի ընթացքում հանրապետությունում արտադրված էլեկտրաէներգիայի քանակը՝ ամսական կտրվածքով: Էլեկտրաէներգիայի արտադրման և ներմուծված գազի ծավալների միջև կորելացիայի գործակիցը 0.583 (Տե՛ս Հավելված 3, Աղյուսակ 3.1), այսինքն գազի ներմուծման ծավալների աճը (նվազումը) հանգեցնում է էլեկտրաէներգիայի արտադրման ծավալների աճի (նվազման), հետևաբար մոդելում որպես անկախ փոփոխական դիտարկել ենք հանրապետություն ներմուծված գազի ծավալը 2003-2014 թվականների ընթացքում ամսական կտրվածքով:

Էկոնոմետրիկ վերլուծությունների միջոցով գնահատված էլեկտրաէներգիայի արտադրության ֆունկցիայի համար ստացել ենք երկու նշանակալի մոդելներ: Նախ դիտարկել ենք էլեկտրաէներգիայի արտադրությունը՝ կախված իր նախորդ ամսվա արտադրության ծավալից և բնական գազի՝ հանրապետություն ներմուծված ծավալից: Արդյունքում ստացվել է հետևյալ մոդելը. (Տե՛ս Հավելված 3 Աղյուսակ 2):

$$Q_{et} = 401,27 + 0,67 * Q_{et-1} + 0,79 * Q_g \quad (3.4)$$

(10,393) (4,969)

որտեղ Q_e –ն արտադրված էլեկտրաէներգիայի քանակն է, Q_{et-1} –ն՝ նախորդ ամսվա արտադրության ծավալը, Q_g –ն՝ ներմուծած գազի ծավալը, իսկ փակագծերում ներկայացված են գործակիցների t վիճականու արժեքները, որոնք բացարձակ արժեքով մեծ են երկուսից, այսինքն՝ գործակիցները նշանակալի են:

Այնուհետև, իրական պատկեր ստանալու համար. որպես անկախ փոփոխական դիտարկել ենք ոչ թե հանրապետություն ներմուծված գազի ծավալը, այլ էներգետիկ օբյեկտների կողմից սպառած գազի ծավալը (2009-2014 թթ-ի տվյալների համաձայն հանրապետություն ներմուծված գազի մոտավորապես 30 %-ը սպառվում է էներգետիկ օբյեկտների կողմից):

Մոդելն ունի հետևյալ տեսքը. (Տե՛ս Հավելված 3 Աղյուսակ 3):

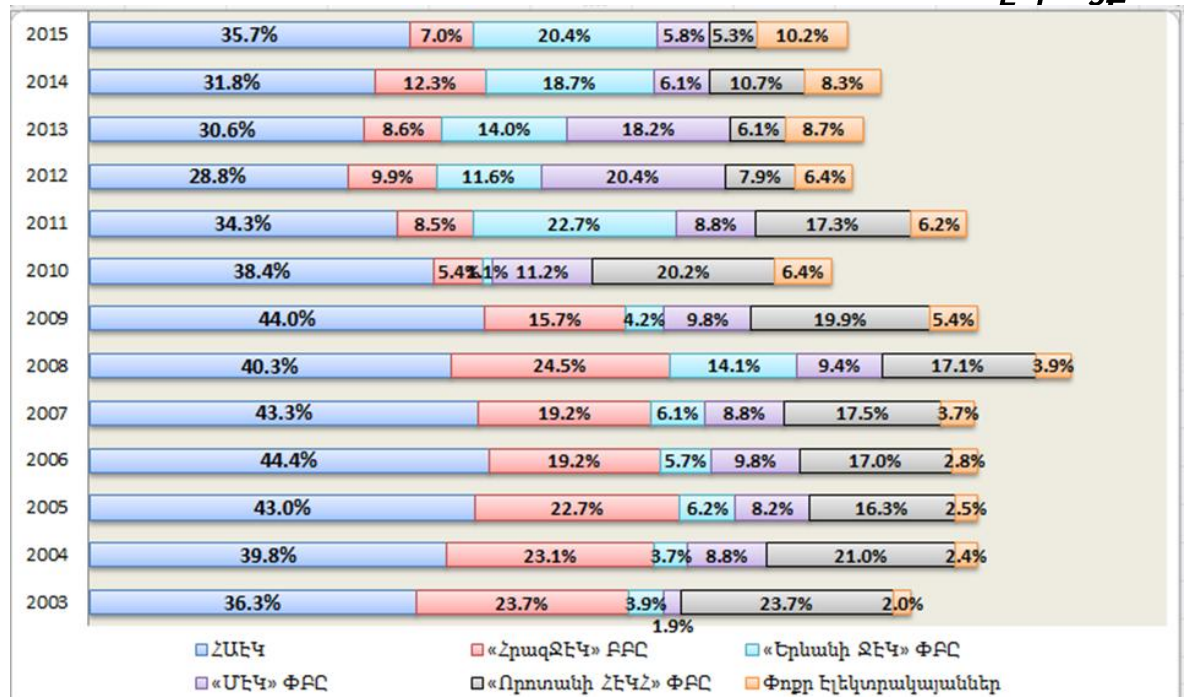
$$Q_{et} = 154.43 + 0,64 * Q_{et-1} + 0,75 * Q_g \quad (3.5)$$

(9,69) (3,77)

Աշխատանքում արտադրության ծավալը կանխատեսելիս կօգտագործենք վերջին մոդելը(3.5): Հիմք ընդունելով մոդելի գնահատականները, և փաստացի տվյալները ուսումնասիրելով, կարելի է ասել, որ էլեկտրաէներգիայի արտադրությունը վերջին տաս տարվա ընթացքում աճել է, ինչը հիմնականում պայմանավորված է համակարգի բարեփոխումների և ներդրումային ծրագրերի իրականացման հետ, որոնք իրենց դրական ազդեցությունն են ունեցել համակարգի զարգացման գործում:

ՀՀ-ում արտադրության աճին համընթաց արտադրող կայանների կողմից արտադրված էլեկտրաէներգիայի կշիռները ընդհանուր արտադրությունում վերջին տարիներին էականորեն փոփոխվել են: Արտադրող կայանների կողմից արտադրման մակարդակների գրաֆիկական պատկերը վերջին տաս տարիների ընթացքում ունի հետևյալ տեսքը.

Արտադրող կայանների կշիռը ընդհանուր արտադրությունում 2003-2015 թթ-ի ընթացքում:



Աղբյուր՝ ՀԾԿՀ-ի եռամսյակային հաշվետվություններ

ՀՀ-ում արտադրության ամբողջ ծավալի մոտավորապես 30- 40%-ը ապահովում է ԱԷԿ-ը: ՀԱԷԿ-ը հանդիսանում է բազիսային կայան: Էներգաբլոկի տեխնիկական կառուցվածքի պատճառով էլեկտրաէներգիայի արտադրությունը կարող է փոփոխվել պոտենցիալ արտադրության 10%-ի շրջանակներում [125]: Դա նշանակում է, որ ծախսերի ավելացումը չի բերի արտադրության որոշակի մակարդակից ավելի ծավալի, հետևաբար ծախսերի կախվածությունը արտադրության քանակից կլինի գրեթե հաստատուն:

Ատոմային կայանը պրոֆիլակտիկ աշխատանքների կատարման և վառելիքի լիցքավորման համար տարվա ընթացքում երկուսից երեք ամսով կանգնեցնում են կայանի աշխատանքը: Այդ ամիսների ներքին սպառումն ապահովելու հիմնական փոխարինող է հաղիսանում Հրազդանի ՋԷԿ-ը, որն ունի կարգավորող կայանի կարգավիճակ: Վերջինս արտադրում է էլեկտրաէներգիա էներգահամակարգի պակասուրդի առկայության, և ինչպես նշվեց՝ ատոմակայանի պարապուրդի ժամանակահատվածում: Էլեկտրաէներգիայի պակասուրդ համակարգում առաջանում է հիմնականում աշուն-ձմեռ ժամանակահատվածում:

Հաջորդ արտադրող կայանները Սևան-Հրազդան և Որոտանի կասկադներն են, որոնք ապահովում են արտադրության միջինում համապատասխանաբար՝ 9.4 % և 18.7%-ը, սակայն 2013թ-ին նշված ցուցանիշները նվազել են: Սևան-Հրազդան կասկադի արտադրության համար հիմնական աղբյուր է հանդիսանում Սևանա լճի և Հրազդանի գետի ջրի օգտագործումը, որոնք, բացի էներգետիկ ռեսուրս լինելուց, հնարավորություն են տալիս ոռոգել Հայաստանի գյուղատնտեսական հողերի 70%-ը և ապահովում են քաղաքների արդյունաբերական ջրամատակարարումը [18 էջեր՝ 5,6]: Կասկադը սնուցվում է Սևանա լճից ոռոգումների ժամանակահատվածում, և լճի ջրառի չափը սահմանվում է կառավարության կողմից՝ ելնելով ջրի պաշարների և ոռոգման պահանջարկից: Սևանա լճի պահպանման և վերահսկողության նպատակով բաց թողնվող ջրի ծավալը սովորաբար կազմում է տարեկան 270մլն.մ³ [13]: Հաշվի առնելով կասկադի գյուղատնտեսական կարևորությունը Հայաստանի տնտեսության համար, կասկադի աշխատանքն ամբողջովին կախված է Հանրապետության ոռոգման ռազմավարությունից: Կասկադի ՀԷԿ-երը շահագործման ողջ ընթացքում չեն ենթարկվել կապիտալ վերանորոգման: ՀԷԿ-երի հիդրոտեխնիկական և էլեկտրատեխնիկական սարքավորումները աշխատում են անկայուն, հաճախակի են խափանումները և, հետևաբար, ելքային արտադրությունը կրճատվել և հասցվել է նվազագույնի [18, էջ 5]: Որոտանի հիդրոէլեկտրակայանների էներգահամակարգում նշանակությունը մեծ է առանձնապես օրվա ծանրաբեռնված ժամերին պահանջվող բեռի ապահովման գործում [132]: Սևան-Հրազդան և Որոտանի կասկադի ՀԷԿ-ի հզորության ֆունկցիան ծախսերից կախված նկարագրվում է հետևյալ բանաձևով.

$$P = g \cdot Q \cdot H \cdot \eta \quad (3.6)$$

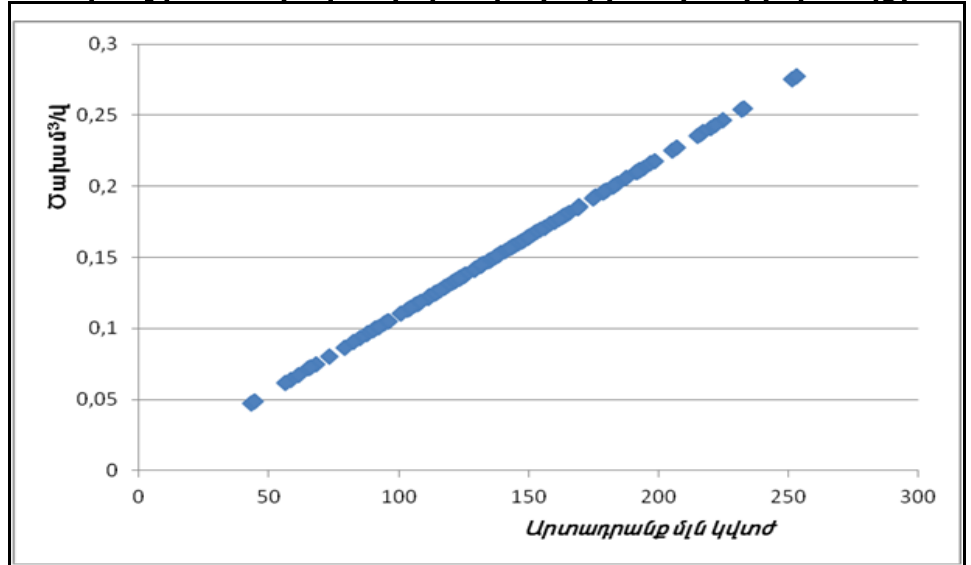
որտեղ Q -ն ջրի ծախսն է մ³/վ, H -ը ջրի հոսքն է (մաքսիմալ և մինիմալ հոսքերի տարբերությունը), η -ն՝ ՕԳԳ-ն է, իսկ $g=9,8$ մ/վ² ազատ անկման արագացումն է: Արտադրված էլեկտրաէներգիայի քանակը որոշելու համար P բազմապատկվում է կայանի աշխատաժամանակով¹⁵:

¹⁵ ՀՀ-ում H -ը մոտավորապես հավասար է 840մ (1800-960=840 մ), իսկ ՕԳԳ-ն՝ 0.92:
http://www.gaf-re.am/fileadmin/documents/Technical_Presentation_to_Bankers_Armenian.pdf

Փաստորեն ծախսերի ֆունկցիան արտադրության ծավալից կախված կունենա աճող տեսք: 2003-2014 թվականների ամսական կտրվածքով տվյալների դեպքում ընդհանուր ծախսերը Սևան Հրազդան և Որոտանի կասկադների համար կունենա հետևյալ տեսքը.

Գծանկար. 3.4

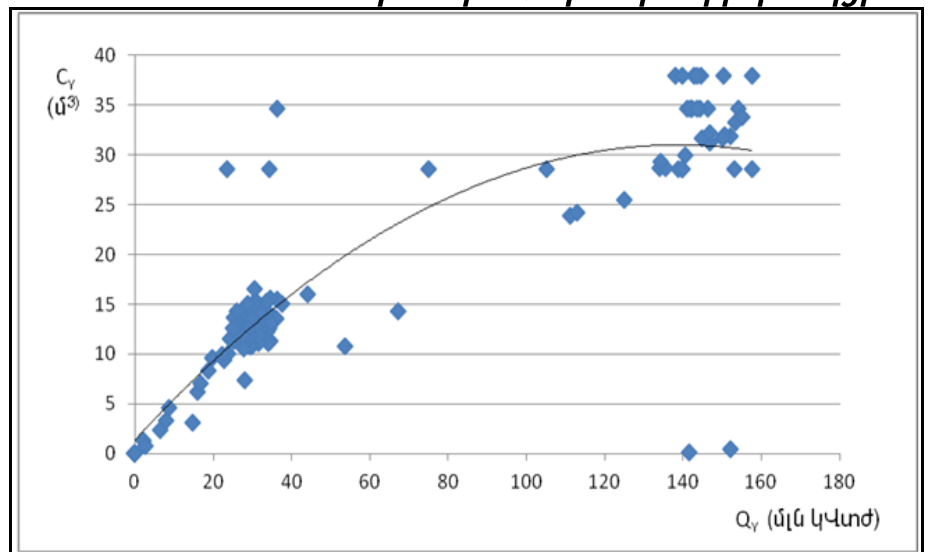
Սևան Հրազդան և Որոտանի կասկադների ծախսերի ֆունկցիան



Աղբյուր՝ ՀԾԿ-ի եռամսյակային հաշվետվություններ

Փոքր ՀԷԿ-ի համար ծախսերի հաշվարկման մեթոդը նույն է: Համաձայն էլեկտրաէներգետիկ հանձնաժողովի՝ 1998թ-ին ընդունած որոշման փոքր ՀԷԿ-երի կողմից առաքված ամբողջ քանակությունը ենթակա է պարտադիր գնման մատակարարի կողմից [5, կետ 3]:

Հետևաբար արտադրման ընդհանուր բեռնվածքում փոփոխվում են ջերմակայանների արտադրման մակարդակները, այսինքն՝ Երևանի ԶԷԿ-ի և Հրազդանի ԶԷԿ-ի արտադրության ծավալները: Երևանի ԶԷԿ-ի և Հրազդանի ԶԷԿ-ի համար օպտիմացման խնդիրը լուծելիս անհրաժեշտություն է առաջանում գնահատել վերջիններիս ծախսերի ֆունկցիաները: Որպես էլեկտրաէներգիայի արտադրության ծախս դիտարկվել են կայանների կողմից օգտագործված գազի ծավալները:

Երևանի ԶԷԿ-ի ծախսերի ֆունկցիան

Աղբյուր՝ ՀԾԿՀ-ի եռամսյակային հաշվետվություններ

Նախ գնահատել ենք Երևանի ԶԷԿ-ի ծախսերի (C_Y) կախվածությունը արտադրության մակարդակից (Q_Y): Լավագույն արդյունք ստացվել է քառակուսային մոդելի դեպքում, որը ներկայացված է ստորև. (Մոդելի արդյունքները տե՛ս Հավելված 3 Աղյուսակ 4)

$$C_Y = 2.498 + 0.3691 * Q_Y - 0.001 * Q_Y^2 \quad (3.7)$$

(1,408) (5,19) (-3,399)

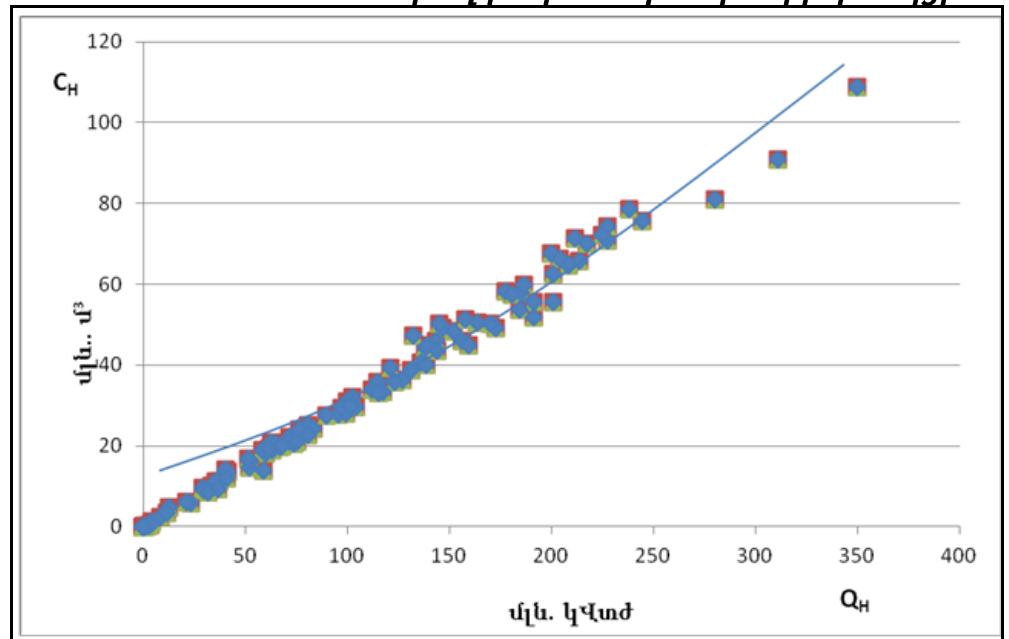
R Square=0,59345, $F = 67,14836$ Signif $F = 0,0000$

Մոդելում փոփոխականները ունեն ընդունելի նշանակություն: Գնահատված ծախսերի ֆունկցիան ունի շրջված պարաբոլի տեսք, դա նշանակում է, որ գոյություն ունի արտադրության այնպիսի մակարդակ, որի դեպքում ծախսերը նվազում կամ կայունանում են: Լոկալ մաքսիմումի կետն անվանվում է ԶԷԿ-ի համար «էկոնոմ» մակարդակ: Երևան ԶԷԿ-ի սեփական կարիքների համար, արտադրության բացակայության դեպքում օգտագործվում է գազ, որը պայմանավորված է արտադրության գործընթացի հետ, դա էլ բացատրվում է անկախ գործակցով:

Հրազդանի ԶԷԿ-ի համար ծախսերի ֆունկցիան ևս գնահատել ենք ռեգրեսիոն վերլուծության միջոցով: Դիտարկել ենք 2003-2014 թվականների ընթացքում ամսական կտրվածքով Հրազդանի ԶԷԿ-ի արտադրության և օգտագործված բնական գազի ծավալները: Այնուհետև գնահատվել է ծախսերի (C_H) կախվածությունը արտադրության

ծավալից (Q_H): Եթե փաստացի շարքերի համար դիտարկենք տվյալների ամպը, ապա այն կունենա հետևյալ տեսքը.

Գծանկար. 3.6
Հրազդանի ԶԷԿ-ի ծախսերի ֆունկցիան



Աղբյուր՝ ՀԾԿ-ի եռամսյակային հաշվետվություններ

Ծախսերի ֆունկցիայի գրաֆիկը ունի անընդհատ աճող տեսք: Փոփոխականների միջև կախվածությունը գնահատելիս՝ լավագույն մոդել ստացվել է Power մեթոդով և ունի հետևյալ տեսքը. [Տե՛ս Հավելված 3, Աղյուսակ 5]

$$C_H = 0.8355 * Q_H^{0.798513} \quad (3.8)$$

(4,825) (17,341)

$$R^2 = 0,71477, F = 300,71499 \quad \text{Signif } F = 0,0000$$

Հրազդանի ԶԷԿ-ի ծախսերի ֆունկցիայի վերը նկարագրված աճող տեսքը բացատրվում է փոփոխուն ծախսերի աճով. ջերմակայանի հիմնական սարքավորումների մաշվածությամբ, ընկերության կողմից իրականացված կապիտալ ներդրումներով, որոնք փոխհատուցվում են մաշվածության տեքով: Հրազդանի ԶԷԿ-ն 1կվտժ հաշվով օգտագործում է 40%-ով ավել գազ, քան ՀՅԳՏ(Համակցված ցիկլով գազային տուրբին) –ն:

Ունենելով ջերմային կայանների ծախսերի ֆունկցիաները((3.7)և(3.8)), վաճառքի գները (արտադրող կայանների համար սակագները սահմանում է Հանրային ծառայությունները կարգավորող մարմինը), և այն փաստը, որ արտադրության ծավալը ևս գնահատել ենք(3.5)-ով, կարող ենք լուծել արտադրող

կայանների համար շահույթի մաքսիմացման խնդիրը, որի արդյունքները համակարգի օպերատորը կարող է հաշվի առնել կանխատեսումային հաշվեկշռի կազման ժամանակ:

Երկու արտադրող կայանների համար միաժամանակ օպտիմալ լուծում գտնելու համար նախ ենթադրենք, որ գեներատորները մրցակցում են ոչ կոոպերատիվ խաղում Նեշի սկզբունքին համապատասխան: Ուստի, յուրաքանչյուր գեներատոր փնտրում է իր օպտիմալ ստրատեգիան, այսինքն՝ արտադրության ծավալը մնացած գեներատորների նկատմամբ: Օպտիմացման պայմանները բոլոր գեներատորների համար [98, էջ 198] կարելի է ներկայացնել հետևյալ կերպ ($Q^{1*} \in R_+^{GS}$).

$$\sum_{g=1}^G \sum_{s=1}^S \left[\left[\frac{\partial f_g(Q^{1*})}{\partial q_{gs}} - p_{1gs}^* \right] \times [q_{gs} - q_{gs}^*] \right] \geq 0, \quad \forall Q^1 \in R_+^{GS} \quad (3.9)$$

(3.8)-ը իրենից ներկայացնում է վարիացիոն անհավասարություն (տես՝ Հավելված 2) և ունի տնտեսական մեկնաբանություն: Եթե առկա է էլեկտրաէներգիայի դրական հոսք գեներատորի և մատակարարի միջև, ապա շուկայական գինը ճշգրտորեն հավասար է սահմանային արտադրական ծախսին, եթե այդ գումարը գերազանցում է գինը, ապա էլեկտրաէներգիայի հոսք չի լինի այդ զույգի միջև:

Հրազդանի և Երևանի ԶԷԿ-երի համար (3.9) խնդիրը կունենա հետևյալ տեսքը.

$$(0,3691 - 0,002Q_Y - p_{1Y})(Q_Y - Q_Y^*) + (0,667147Q_H^{-0,2015} - p_{1H})(Q_H - Q_H^*) \geq 0 \quad (3.9)'$$

Սահմանափակումներ՝

$$Q_H^* \geq Q_{HL}, Q_Y^* \geq Q_{YL} \quad (3.9.1)$$

$$Q_H^* \leq Q_{HU}, Q_Y^* \leq Q_{YU} \quad (3.9.2)$$

$$Q_H^* \geq 0, Q_Y^* \geq 0 \quad (3.9.3)$$

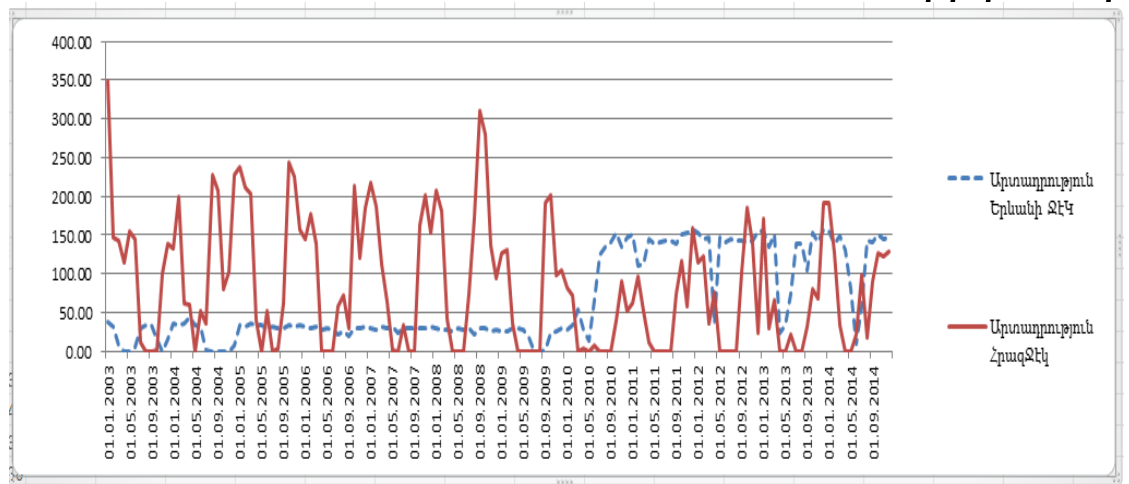
Սահմանափակումների միջոցով սահմանվել է արտադրության հնարավոր առավելագույն (Q_U) և նվազագույն (Q_L) քանակները՝ հաշվի առնելով ամսական արտադրանքի առավելագույն և նվազագույն քանակները և ընդհանուր արտադրությունում դիտարկվող արտադրական կայանների կշիռները: p_{1Y} p_{1H} -ն արտադրող կայանների համար սահմանված վաճառքի սակագներն են:

Լուծելով վերը նկարագրած համակարգը Հրազդան ԶԷԿ-ի և Երևանի ԶԷԿ-ի համար՝ ստացել ենք արտադրության այն միջին ամսական մակարդակը, որի դեպքում

շահույթի մաքսիմացում կլինի երկու կայանների համար շղթայի ներսում: Հրազդանի ՋԷԿ-ի համար ստացվում է 61,081 մլն կվտ/ժ, իսկ Երևանի ՋԷԿ-ի համար՝ 142,57 մլն կվտ/ժ: Դա պայմանավորված է նրանով, որ 2010 թվականին Երևանի ՋԷԿ-ին է միացել շոգեգազային ցիկլով կայանը, որի արտադրական տեխնոլոգիաները բարեկարգ են և արտադրական ինքարժեքը համեմատաբար ավելի ցածր է: Հրազդանի ՋԷԿ-ի արտադրությունը բավականին ծախսատար է, որը պայմանավորված է Հրազդանի ՋԷԿ-ի տարիքով և կապիտալ նորոգումների բացակայությամբ:

ՋԷԿ-երի արտադրության դինամիկան ամսական կտրվածքով 2003-2014 թվականների ընթացքում ունի հետևյալ տեսքը.

Գծանկար 3.7
**Էլեկտրաէներգիայի արտադրությունը Երևանի և Հրազդանի ՋԷԿ-ում
2000-2014թթ-ի համար**



Աղբյուր՝ ՀԾԿՀ-ի եռամսյակային հաշվետվություններ

Գծանկար 3.7-ից երևում է, որ Հրազդանի ՋԷԿ-ի արտադրությունը վերջին տարիներին անկման միտում ունի, իսկ Երևանի ՋԷԿ-ի արտադրությունը ընդհակառակը՝ աճել է, մասնավորապես 2010 թվականից սկսած: Այսինքն *ստացված օպտիմալ մակարդակների շեղումը փաստացի տվյալներից փոքր է*, որը հնարավորություն է տալիս ՀՀ-ի էներգետիկայի ոլորտին արտադրության օպտիմալ քանակի որոշման համար կիրառել մեր կողմից առաջարկված մոդելը:

3.2.2 Մատակարարի վարքի վերլուծությունը էլեկտրաէներգետիկական ՄՇ-ում:

Մոդելի ենթադրությունները: Էլեկտրաէներգիայի մատակարարը՝ *s*-ը, առնչվում է լիցենզավորման և պահպանման ծախսերի հետ: Մոդելում այն դիտարկում ենք

օպերացիոն ծախսերի տեսքով և նշանակում՝ c_s -ով: Նշանակենք q_{sk}^t -ով էլեկտրաէներգիայի այն քանակը, որը փոխանցվում է s մատակարարից դեպի k պահանջարկի շուկա t տեղափոխման ծառայություններ իրականացնող ընկերության միջոցով: Համախմբում ենք բոլոր փոխանցումները s մատակարարից դեպի k պահանջարկի շուկա մեկ վեկտորում՝ $q_{sk} \in R_+^{STK}$ -ում: Այնուհետև, այդ բոլոր վեկտորները ըստ բոլոր մատակարարների համախմբում ենք հետևյալ վեկտորում՝ $Q^2 \in R_+^{STK}$: Ընդհանուր պայմաններից ելնելով՝ ենթադրում ենք, որ ցանկացած s -ի համար

$$c_s = c_s(Q^1, Q^2), \quad (3.10)$$

էլեկտրաէներգիայի մատակարարները գնում են ծառայություններ տրանսակցիոն ծառայություններ իրականացնող ընկերություններից, որոնք իրականացնում են էլեկտրաէներգիայի տեղափոխում և բաշխում: ՀՀ-ում տեղափոխման ծառայությունն իրականացնում է «Բարձրավոլտ էլեկտրացանցեր» ՓԲԸ-ն:

Յուրաքանչյուր մատակարար իրականացնում է էլեկտրաէներգիայի տեղափոխում դեպի պահանջարկի շուկաներ:

Ենթադրենք $\hat{c}_{gs}$ տրանսակցիոն ծախսերն են, որոնք իրականացնում են s մատակարարները g -րդ գեներատորներից էլեկտրաէներգիա գնելիս և այն ունի հետևյալ տեսքը ցանկացած g, s -ի համար.

$$\hat{c}_{gs} = \hat{c}_{gs}(Q^1), \quad (3.11)$$

Նմանապես, c_{sk}^t -ով նշանակենք s մատակարարի k պահանջարկի շուկա տեխափոխված էլեկտրաէներգիայի տրանսակցիոն ծախսերը:

$$\hat{c}_{sk}^t = \hat{c}_{sk}^t(Q^2), \quad (3.12)$$

յուրաքանչյուր s, k, t -ի համար: Մոդելում ենթադրվում է, որ վերը քննարկված տրանսակցիոն ծախսերի ֆունկցիանները ուռուցիկ են և անընդհատ դիֆերենցելի:

Մոդելում դիտարկվել է այն դեպքը, երբ տեղափոխման ընկերությունները գին վերցնող են, այսինքն նրանց ծառայությունների դիմաց վճարները որոշված են և չեն

փոփոխվում ծառայություն իրականացնողների կողմից: Ուստի տեղափոխման ծառայությունների դիմաց վճարները ֆիքսված են¹⁶ :

Նշանակենք p_{2sk}^t -ով այն գինը, որով s մատակարարները տեղափոխում են էլեկտրաէներգիան դեպի k պահանջարկի շուկա t տրասակցիոն ծառայություններ իրականացնող ֆիրմաների միջոցով, իսկ p_{2sk}^{t*} -ն փաստացի նշանակված գինն է:

Ենթադրում ենք, որ էլեկտրաէներգիայի մատակարարը՝ s -ը ցանկանում է մաքսիմացնել իր շահույթը, հետևաբար օպտիմացման խնդիրը s մատակարարի համար կունենա հետևյալ տեսքը,

$$\max \left[\sum_{k=1}^K \sum_{t=1}^T p_{sk}^{t*} q_{sk} - c_s(Q^1, Q^2) - \sum_{g=1}^G p_{gs}^* q_{gs} - \sum_{g=1}^G \hat{c}_{gs}(Q^1) - \sum_{k=1}^K \sum_{t=1}^T c_{sk}^t(Q^2) \right] \quad (3.13)$$

Որտեղ խնդրի սահմանափակումներն են.

$$\sum_{k=1}^K \sum_{t=1}^T q_{sk}^t \leq \sum_{g=1}^G q_{gs}, \quad (3.13.1)$$

$$\begin{aligned} q_{sk}^t &\geq 0, \forall k, \forall t \\ q_{gs} &\geq 0, \forall g \end{aligned} \quad (3.13.2)$$

Նպատակային ֆունկցիան (3.13) ցույց է տալիս s մատակարարի շահույթը, առաջին կրկնակի գումարը ստացված հասույթն է, իսկ մնացած տարբերությունները համապատասխան ծախսերը և վճարումներն են, որոնք մատակարարները կատարում են: Սահմանափակումը ցույց է տալիս, որ s մատակարարը չի կարող ապահովել ավելի էլեկտրաէներգիա, քան նա ստանում է էլեկտրաէներգիայի արտադրողներից:

Էլեկտրաէներգիայի մատակարարի համար լուծելով օպտիմացման (3.13) խնդիրը կստանանք էլեկտրաէներգիայի այն օպտիմալ քանակները (q_g^* , $g=1, \dots, G$), որի գնման դեպքում մատակարարը կստանա առավելագույն շահույթ նշված քանակական սահմանափակումների բավարարման պարագայում:

Քանի որ $\ll$ էլեկտրաէներգետիկ շուկայում գործում է միայն մեկ մատակարար՝ «Հայաստանի էլեկտրացանցեր» ՓԲԸ-ն, այդ իսկ պատճառով խնդիրը կներկայացնենք նրա համար: $\ll$ -ի էլեկտրաէներգետիկ համակարգի համար օպտիմացման (3.13)

¹⁶ Եթե մատակարարման շղթան դիտարկելինք ԱՄՆ-ի շուկայի համար, ապա այդ վճարները կլինեին ֆիքսված, բայց ոչ հաստատուն, քանի որ այդ վճարների չափը կախված է տեղափոխված էլեկտրաէներգիայի քանակից, տեղափոխման հեռավորությունից և այլն, և հետևաբար յուրաքանչյուր ուղղու համար այն տարբեր է:

խնդիրը լուծելիս մենք կատարել ենք որոշակի ենթադրություններ, որոնց հիմնական պատճառը առկա տվյալների խզված լինելն է կամ անհասանելիությունը: Նախ անդրադառնանք էլեկտրաէներգիայի մատակարարի՝ ՀՀ-ի պարագայում «Հայաստանի էլեկտրացանցեր»-ի հասույթի ֆունկցիային: Այն ունի հետևյալ տեսքը.

$$\sum_{k=1}^K \sum_{s=1}^S p_{sk} q_{sk}, \text{ որտեղ } s=1, \text{ իսկ պահանջարկի շուկաները առանձնացրել ենք երկու}$$

խոշոր խմբերի՝ բնակչություն և այլ սպառողներ (այսինքն՝ $k=2$): Առանձնացրել ենք սպառողների երկու խումբ: Սակագինը՝ p_k -ն միջինացված գին է՝ գիշերային և ցերեկային սակագների թվաբանական միջինը:

ՀՀ-ում էլեկտրաէներգիայի սակագնի հաշվարկի մեջ ներառված են ինքնարժեքը, այսինքն բոլոր ծախսերը, որոնք առնչվում են արտադրության հետ և այլ չփոխհատուցված կորուստները (օրինակ՝ բաշխիչ ցանցերի գերնորմատիվային կորուստները):

Նշանակենք բարձրավոլտ էլեկտրակայանի սակագնային դրույքը՝ p^t -ով: Մատակարարի համար էլեկտրաէներգիայի գնման գինը յուրաքանչյուր կՎտ-ի դիմաց տարբեր էլեկտրաէներգետիկ համակարգերում հաշվարկվում է տարբեր կերպ: Հայաստանի էլեկտրացանցեր ընկերության համար միավոր կվտ էլեկտրաէներգիայի համար մշակված է մուտքի գնի հաշվարկի հետևյալ մեխանիզմը.

$$p = \frac{\sum_{g=1}^{G-1} p_g q_g}{\sum_{i=1}^n q_g} + \bar{p} \quad (3.14)$$

որտեղ $\bar{p}$ -ն բարձրավոլտ էլեկտրացանցերի կողմից սահմանված յուրաքանչյուր կՎտ-ի դիմաց մարժայի, «էլեկտրաէներգետիկական համակարգի օպերատոր»-ի և «Հաշվարկային կենտրոն»-ի կողմից սահմանված սակագների միջին գինն է: Դիտարկել ենք միջինացված սակագինը, քանի որ «Բարձրավոլտ էլեկտրացանցեր»-ը, «էլեկտրաէներգետիկական համակարգի օպերատոր» -ը և «Հաշվարկային կենտրոն»-ը կատարում են նույն ֆունկցիան էլեկտրաէներգետիկ համակարգում:

$$\bar{p} = \frac{(\sum_{g=1}^{G-1} q_g^t + q_{op} + q_{as}) p^t}{\sum_{g=1}^{G-1} q_g^t}, \text{ որտեղ } q_g^t \text{ -ն էլեկտրաէներգիայի այն քանակն է, որ մտնում է}$$

բարձրավոլտ էլեկտրացանցեր, իսկ q_{op} և q_{as} -ն՝ համապատասխանաբար «էլեկտրաէներգետիկական համակարգի օպերատոր» և «Հաշվարկային կենտրոն»:

Առաջին գումարելիում արտադրող կայանների քանակը վերցված է G-1, քանի որ G-րդ հանգույցում դիտարկել ենք Փոքր ՀէԿ-երին, որոնք իրենց արտադրանքը մատակարարում են Հայաստանի էլեկտրացանցին ուղղակիորեն՝ չօգտվելով բարձրավոլտ էլեկտրացանցերի ներկայացրած ծառայություններից:

Յուրաքանչյուր արտադրող հանդիպում է հոսքի սահմանափակ քանակի, դա նշանակում է, որ արտադրողը չի կարող տեղափոխել իր արտադրած էլեկտրաէներգիայի քանակից շատ: $q_g^* \geq q_g^t$ բոլոր գեներատորների համար g ; $g=1, \dots, G-1$:

Քանի որ, բացի փոքր հիդրոէլեկտրակայաններից, էլեկտրաէներգիայի մյուս արտադրողները օգտվում են հաղորդող ընկերության ծառայություններից և իրենց արտադրված էլեկտրաէներգիան նախ մտնում է բարձրավոլտ կայաններ, այնուհետև փոխանցվում է մատակարարին (այստեղ մենք դիտարկում ենք բարձրավոլտ էլեկտրակայանի օգտակար առաքումը), դա նշանակում է որ մատակարարների բարձրավոլտ կայաններից ստացած էլեկտրաէներգիայի քանակը չպետք է գերազանցի նրանց մատակարարած էլեկտրաէներգիայի քանակին:

$$\sum_{g=1}^{G-1} q_g^t \geq q_s^t, \text{ որտեղ } q_s^t \text{ -ը էլեկտրաէներգիայի այն քանակն է, որ բարձրավոլտ}$$

էլեկտրացանցերի միջոցով փոխանցվել է արտադրողից դեպի մատակարար:

ՀՀ էլեկտրաէներգետիկ շուկայում մատակարարի օպտիմացման խնդիրը ունի հետևյալ տեսքը.

$$\max \left[\sum_{k=1}^K \sum_{s=1}^S p_{sk} q_{sk} - \left(\frac{\sum_{g=1}^{G-1} p_g q_g^*}{\sum_{i=1}^n q_i^*} + p^t + p_{op} + p_{ps} \right) q_s^t - p_G q_G - \hat{c}_s \right] \quad (3.15)$$

սահմանափակումները կլինեն.

$$q_g^* \geq q_g^t \quad (3.15.1)$$

$$\sum_{g=1}^{G-1} q_g^t \geq q_s^t \quad (3.15.2)$$

$$\sum_{k=1}^K \sum_{s=1}^S q_{sk} \leq \sum_{g=1}^G q_{gs}^*, \quad q_k \geq 0, \forall k, \quad q_g^* \geq 0, \forall g \quad (3.15.3)$$

Որտեղ q_s^t -ի գործակիցը ՀԷՑ-ի կողմից միավոր կՎտ էլեկտրաէներգիայի դիմաց վճարվող գինն է, p^t -ն ԲԷՑ-ի սահմանած մարժան է յուրաքանչյուր կՎտ-ի դիմաց, $\hat{c}_s$ -ը մատակարարի այլ ծախսերն են:

ՀԷՑ-ի շահույթի օպտիմացման խնդիրը լուծելիս անհրաժեշտություն է առաջանում գնահատել վերջինիս ծախսերի ֆունկցիան¹⁷:

Լավագույն մոդել ստացվել է գծային ռեգրեսիոն վերլուծության արդյունքում: Մոդելը հետևյալն է.

$$C_s = -3324.2144 + 20.660 * q_{gs} \quad (3.16)$$

(-5,853984) (16,35234)

Որտեղ C_s -ը ՀԷՑ-ի ծախսերն են, իսկ q_{gs} -ն էլեկտրաէներգիայի ներքին սպառումն է 2003-2014 թվականների ընթացքում ամսական կտրվածքով: Մոդելը կայուն է, դետերմինացիայի գործակիցը 0.67 է: Անկախ փոփոխականի գործակիցը ցույց է տալիս ՀԷՑ-ի սահմանային ծախսը, որը հավասար է 20.66 դրամ: Ծախսերի ֆունկցիան ունի աճող տեսք, հետևաբար շահույթի օպտիմալ մակարդակը ստացվելու է սահմանափակումների սահմանային կետերում (սահմանափակումների հավասարության դեպքում): Վերջինս բացատրվում է նաև նրանով, որ ՀՀ-ն էլեկտրաէներգետիկական շուկայում մատակարարը գրավում է մոնոպոլ դիրք և չունի

¹⁷ ՀԷՑ-ի ծախսերի մոտարկային ֆունկցիայի ստացման համար որպես այլընտրանքային ծախս կարելի է դիտարկել հանրապետությունում գազի սպառումը՝ կախված ՀԷՑ մուտք գործած էլեկտրաէներգիայի քանակից: Վերջինս լավագույն կախվածություն ստացվել է Growth մեթոդով գնահատելիս, որն ունի հետևյալ տեսքը.

$$\hat{c}_{gs} = e^{6.706 + 0.003 * q_g^*} \quad (3.16)'$$

Մոդելը կայուն է, գործակիցները՝ նշանակալի են: Նշված մոդելը ներառված է ատենախոսության հոդվածում, բայց հետագա վերլուծությունում այն չենք օգտագործել, որովհետև վերը նկարագրված (3.16) առնչությունը ավելի նշանակալի արդյունքներ է ապահովել:

այլ մրցակիցներ: Եթե անդրադառնանք մատակարարի շահույթի վերը նկարագրված օպտիմացման խնդրի հարցադրումին (որքան էլեկտրաէներգիա պետք է գնի մատակարարը արտադրող կայաններից, որ մաքսիմացվի իր շահույթը), այդ հարցի պատասխանը տրվում է միանշանակ. ՀԷՑ-ը պետք է գնի ոչ պակաս, քան սպասվող պահանջարկն է, քանի որ համաձայն էլեկտրական էներգիայի մատակարարման և օգտագործման կանոնների մատակարարը պարտավոր է էլեկտրական էներգիա մատակարարել յուրաքանչյուր սպառողի էլեկտրամատակարարման պայմանագրի հիման վրա՝ մատակարարի կողմից կնքված (կապարակնիքով կամ հոլոգրաֆիկ կնիքով) հաշվառքի սարքի առկայության դեպքում[7, Կետ 2]:

Փաստորեն ՀԷՑ-ի համար շահույթի օպտիմացման խնդիրը լուծելիս անհրաժեշտություն է առաջանում գնահատել հանրապետությունում էլեկտրաէներգիայի պահանջարկը, որին անդրադարձել ենք հաջորդ ենթաբաժիններում:

3.2.3. Սպառողի վարքի նկարագրությունը

Ենթադրենք տարբեր սպառողների համար միավոր էլեկտրաէներգիայի գները տարբեր են և նշանակենք՝ p_{3k} -ով, որտեղ k -ն սպառողներն են: Ենթադրում ենք նաև, որ էլեկտրաէներգիայի նկատմամբ պահանջարկը k յուրաքանչյուր պահանջարկի շուկայի համար էլաստիկ է և կախված է միայն էլեկտրաէներգիայի գնից, բայց ՄՇ-ում այն կախված է վերջնական գների ամբողջական վեկտորից, այսինքն.

$$d_k = d_k(p_3) \quad (3.17)$$

որտեղ $p_3 = (p_{31}, \dots, p_{3k}, \dots, p_{3K})^T$:

Նշանակենք $\hat{c}_{sk}^t$ -ով միավոր տեղափոխման ծախսերը էլեկտրաէներգիայի մատակարարից դեպի պահանջարկի շուկա, որոնք անընդհատ են և ընդհաուր դեպքում ունեն հետևյալ տեսքը.

$$\hat{c}_{sk}^t = \hat{c}_{sk}^t(Q^2) \quad (3.18)$$

s, k, t -ի յուրաքանչյուր արժեքի համար:

Մրցակցային շուկայում մատակարարներից դեպի պահանջարկի շուկաներ հավասարակշռության պայմանները կունենան (3.16) և (3.17)-ով ներկայացվող տեսքերը: [29 էջ 14]

$$p_{2sk}^{t*} + \hat{c}_{sk}^t(Q^{2*}) \begin{cases} = p_{3k}^*, q_{sk}^{t*} > 0 \\ \geq p_{3k}^*, q_{sk}^{t*} = 0 \end{cases} \quad (3.19)$$

$$d_k(p_3^*) \begin{cases} = \sum_{s=1}^S \sum_{t=1}^T q_{sk}^{t*} p_{3k}^* > 0 \\ \leq \sum_{s=1}^S \sum_{t=1}^T q_{sk}^{t*} p_{3k}^* = 0 \end{cases} \quad (3.20)$$

որտեղ $(Q^{2*}, p_3^*) \in R_+^{K(ST+1)}$ հավասարակշիռ վեկտորն է յուրաքանչյուր s, k -ի համար:

(3.19) պայմանը ցույց է տալիս, որ սպառողները կգնեն էլեկտրաէներգիա մատակարարից, եթե նրա կողմից առաջարկվող գնի և տեղափոխման ծախսի գումարը չի գերազանցում այն գինը, որ սպառողը պատրաստ է վճարել էլեկտրաէներգիայի դիմաց:

(3.20) պայմանը մյուս կողմից ցույց է տալիս, որ եթե պահանջարկի շուկայում էլեկտրաէներգիայի գինը, որ սպառողը պատրաստ է վճարել դրական է, ապա էլեկտրաէներգիայի քանակը, որ տեղափոխվում է մատակարարից դեպի պահանջարկի շուկա հավասար է էլեկտրաէներգիայի նկատմամբ պահանջարկին¹⁸:

ՀՀ-ի էլեկտրահամակարգում, ինչպես մի շարք երկրներում (Կանադա, Ավստրալի, Իտալիա, Նիդերլանդներ, Ճապոնիա և այլն), առաջարկվում են տատանվող գնային սակագներ, որոնցից են «Օգտագործման ժամանակի համաձայնագրերը» (Time of Use TOU contracts): Ենթադրում ենք, որ արտադրողները ցանկանում են ծածկել օրվա անբողջական բեռնվածքը, իսկ տիպային սպառողների սպառած էլեկտրաէներգիայի քանակը կախված է օրվա ժամերից: Մատակարարները առաջարկում են օգտագործված ժամանակին համապատասխան տարբեր սակագներ՝ «գիշերային» և «ցերեկային»: Օրվա ընթացքում էլեկտրաէներգիայի սպառումը հասնում է կրիտիկական մակարդակների, որի հետևանքով գիշերային ժամերին էլեկտրաէներգիայի գինը ընկնում է:

¹⁸(3.19) և (3.20) պայմանները ներկայացվել են Nagurney, Dong, and Zhang (2002) ի կողմից և կոչվում է տարածական գնի հավասարում (spatial price equilibrium)

Մատակարարի հիմնական խնդիրն է մաքսիմացնել իր շահույթը, որի համար սահմանափակումներ են հանդիսանում սպառողների սպառման կառուցվածքը և էլեկտրաէներգիայի ընդհանուր գինը: Մոդելում դիտարկվում է գիշերային և ցերակային սակագների միջին ցուցանիշը, քանի որ սպառողների տարբեր խմբերի կողմից սպառում էլեկտրաէներգիայի քանակի տվյալները գիշերվա և ցերեկվա ժամերի վերաբերյալ տվյալները չեն հրապարակվում:

Հանրային ծառայությունները կարգավորող հանձնաժողովի որոշման համաձայն՝ հաշվարկային ամսվա ընթացքում սպառողի կողմից սպառված էլեկտրաէներգիայի արժեքը որոշվում է տվյալ լարման մակարդակի և ժամային տիրույթների համար (եթե առևտրային հաշվառքի սարքն ունի նման տարանջատված հաշվառման հնարավորություն)՝ հանձնաժողովի կողմից սահմանված սակագների և սպառված էլեկտրաէներգիայի քանակությունների արտադրյալների գումարով: Իսկ սպառողի կողմից ծախսված էլեկտրաէներգիայի միջին ամսական արժեքն ընդունվում է տվյալ տարում սպառողի ծախսած էլեկտրաէներգիայի արժեքի և տվյալ տարում ծախս ունեցած ամիսների քանակի քանորդին հավասար :

2003-2013 թվականների ժամանակային միջակայքը բաժանել ենք 3 ժամանակային հատվածների՝ 2003-2008 թթ, 2009-2012թթ և 2013թ՝ հիմք ընդունելով սակագների փոփոխությունները: Եթե T -ով նշանակենք դիտարկված ժամանակները, ապա $T=1,2,3$, եթե k -ով նշանակենք սպառողների խմբերը, ապա մեր մոդելում $k=1,2$ (բնակչություն, այլ սպառողներ), իսկ p_3 –ով սպառողների համար սահմանված միջին սակագինը, հետևաբար $d_k(p_{3T})$ -ն կստացվի յուրաքանչյուր k սպառողների խմբի սպառման մակարդակը T ժամանակահատվածի գնին համապատասխան: Էլեկտրաէներգիայի սպառման մակարդակը նշված ժամանակահատվածներում $\ll$ -ում ունի հետևյալ տեսքը

$$d(p_3) = \begin{cases} 9006,1 & p_{11} = 20 \\ 16322,2 & p_{21} = 20,3 \\ 6874,7 & p_{12} = 25 \\ 12001,1 & p_{22} = 22,1 \\ 1950 & p_{13} = 33 \\ 3317 & p_{23} = 30 \end{cases} \quad (3.21)$$

Ներկացված համակարգը ցույց է տալիս, որ օրինակ՝ 2003-2009 թվականներին միջին գները բնակչության և այլ սպառողների համար կազմել են 20 և 20,3 դրամ/կՎտժ, այդ գների դեպքում էլեկտրաէներգիայի գումարային սպառումը կազմել է բնակչության համար՝ 9006,1 մլն կվտ, իսկ այլ սպառողների համար՝ 16322,2 մլն կվտ և այլն: Եթե փորձենք նույն ժամանակահատվածի համար դիտարկել ՀԷՑ-ի միավոր կՎտժ-ի դիմաց վճարվող միջին սակագինը և էլեկտրաէներգիայի վաճառքի սակագների միջինը, ապա կստացվի, որ առաջին ժամանակահատվածի համար սակագները համընկնում են, իսկ երկրորդ և երրորդ ժամանակահատվածների դեպքում գնման ծախսը գերազանցում է վաճառքի գինը: Դա բացատրվում է նրանով, որ ՀԾԿՀ-ը էլեկտրաէներգետիկական համակարգի ֆինանսական կայությունն ապահովելու և վերջնական սպառողներին վաճառվող էլեկտրական էներգիայի սակագների աճ թույլ չտալու նպատակով էլեկտրաէներգետիկական համակարգում առաջացող լրացուցիչ ֆինանսական ճեղքվածքը փակում է հիմնականում էլեկտրաէներգետիկական համակարգի էլեկտրական էներգիայի հաղորդման ծառայության մատուցման սակագների հաշվարկներում ներառված շահույթի և մաշվածության ծախսային հոդվածների նվազեցման հաշվին [16, էջ 9]:

3.3 ՀՀ-ում էլեկտրաէներգիայի սպառման գնահատումը դասական և ոչ հստակ ռեգրեսիոն վերլուծության միջոցով

3.3.1 ՀՀ-ում էլեկտրաէներգիայի նկատմամբ պահանջարկի գնահատում

Էներգետիկայի նկատմամբ պահանջարկ կարող է առաջանալ տարբեր պատճառներով: Տնային տնտեսությունները էներգիան սպառում են իրենց պահանջմունքները բավարարելու համար, նրանք դա անում են իրենց եկամուտների հաշվին: Արդյունաբերությունում էներգիան հանդիսանում է որպես արտադրության մուտք, արտադրողի հիմնական նպատակն է նվազեցնել արտադրության ընդհանուր ծախքերը: Էներգետիկ պահանջարկի վերլուծություն պետք է կատարել առանձին մակարդակներում, քանի որ տնային տնտեսությունների եւ էներգիան արդյունավետ օգտագործողների համար սպառման դրդապատճառները նույնը չեն: Նախ փորձենք գնահատել էլեկտրաէներգիայի սպառումը ընդհանուր հանրապետությունում,

այնուհետև կանցնենք սպառողների խոշոր խմբերի կողմից պահանջարկի վերլուծությանը:

Հայաստանում արտադրված էլեկտրաէներգիայի մեծ մասը սպառվում է ՀՀ-ում, մասնավորապես 2010 և 2011 թվականներին Հայաստանի ներքին շուկայում սպառվել է համապատասխանաբար մոտ 5.3 և 6,1 մլրդ կՎտժ էլեկտրաէներգիա: 2011 թ-ին ՀՀ-ում արտադրված 7.5 մլրդ կՎտժ էլեկտրաէներգիայի մոտ 82 %-ը (6,1 մլրդ կՎտժ) սպառվել է ներքին շուկայում: 2013թվականին 2012 թվականի համեմատ արտադրության քանակը կրճատվել է 0.3 մլրդ կՎտժ-ով (2012 թվականին արտադրվել է 8 մլրդ կՎտ/ժ էլեկտրաէներգիա, իսկ 2013թվականին՝ 7,7 մլրդ կՎտ/ժ), այնինչ էլեկտրաէներգիայի սպառումը հանրապետությունում աճել է. 2013թվականին սպառվել է արտադրանքի մոտավորապես 84,9 %-ը, իսկ 2012 թվականին՝ 80,2 %-ը, ինչը պայմանավորված է արտահանման աճով: Հանրապետության էլեկտրաէներգիայի սպառման հիմնական գործոն է հանդիսանում տնտեսական աճի ցուցանիշը: Եթե ՀՆԱ-ի աճը հանգեցնում է էներգիայի սպառման աճի, ապա կարող ենք ասել, որ տնտեսությունը գտնվում է էներգետիկ անկախվիճակում, հետևաբար էներգախնայող քաղաքականության իրականացումը հնարավոր է դրական ազդեցություն ունենալ աճի և զբաղվածության վրա: ՀՆԱ-ի աճի ազդեցությունը էլեկտրաէներգիայի սպառման վրա գնահատելիս լավագույն մոդել ստացվել է հետևյալը. (Տե՛ս Հավելված 3, Աղյուսակ 3.6)

$$SPAR_t = 0.303571 * GDP_{t-1} + 0.012311 \quad (3.22)$$

(8.164993)

$$R^2 = 0.6493$$

որտեղ SPAR-ով նշանակված է էլեկտրաէներգիայի սպառման աճի տեմպը, իսկ GDP(-1)-ով ՀՆԱ-ի աճի տեմպը մեկ լագային արժեքով (մոդելում տվյալները եռամսյակային են և ներառում են 2003-2014 թվականները): Համաձայն գնահատված մոդելի մեկ տոկոս ՀՆԱ-ի աճը տվյալ ժամանակահատվածում հանգեցնում է հաջորդ ժամանակահատվածում էլեկտրաէներգիայի սպառման 0.3 տոկոս աճի:

Մատակարարման շղթայի հավասարակշռությունը որոշելիս անհրաժեշտություն է առաջանում գնահատել էլեկտրաէներգիայի սպառումը ամսվա համար, այդ պատճառով գնահատել ենք նաև էլեկտրաէներգիայի սպառման ֆունկցիան ամսական

կտրվածքով: Լավագույն մոդել ստացվել է, երբ անկախ փոփոխականներ դիտարկել ենք բնական գազի սպառումը (SPARgaz) և էլեկտրաէներգիայի սպառման մեկ լազային արժեքը (SPARel_{t-1}). (մոդելի արդյունքները տե՛ս Հավելված 3 Աղյուսակ 3.7)

$$\text{SPARel}_t = 173,461 + 0,827789 * \text{SPARgaz}_t + 0,333322 * \text{SPARel}_{t-1} \quad (3.23)$$

(8,46091) (10,99389) (5,55016)

Մոդելը կայուն է, գործակիցները նշանակալի են, և հետագա հաշվարկներ կատարելիս, երբ անհրաժեշտ լինի կանխատեսել էլեկտրաէներգիայի սպառումը ամսական կտրվածքով կօգտագործենք ստացվածը:

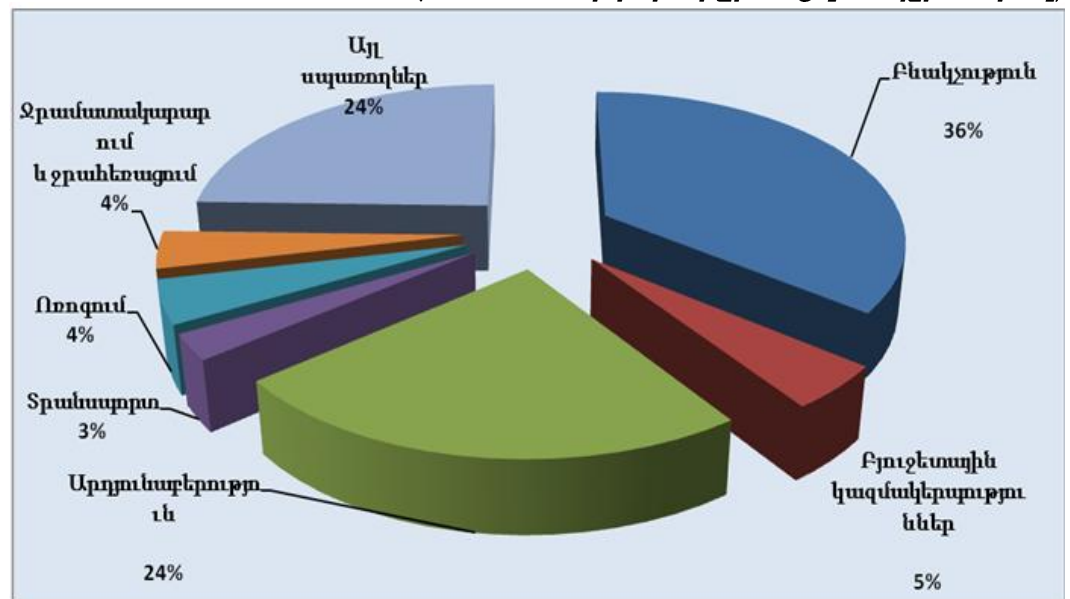
Հայաստանի Հանրապետության էլեկտրաէներգետիկական շուկայում առանձնացնում են սպառողների հետևյալ խոշոր խմբերը՝ բնակչություն, բյուջետային կազմակերպություններ, արդյունաբերություն, տրանսպորտ, ոռոգում, ջրամատակարարում և ջրահեռացում և այլ սպառողներ: Մենք առանձնացրել ենք սպառողների երկու խոշոր խումբ՝ բնակչություն և այլ սպառողներ, որոնց մեջ մտնում են բյուջետային կազմակերպությունները, արդյունաբերությունը, տրանսպորտը և այլն:

Համաձայն Հայաստանի ազգային վիճակագրական ծառայության տվյալների էլեկտրաէներգիայի ընդհանուր սպառման միջինում 35,5%-ը բաժին է ընկում բնակչությանը (տե՛ս Գծանկար 3.8), 23,7%-ը արդյունաբերությանը, 4,6%-ը բյուջետային կազմակերպություններին և այլն [129]:

Բնակչությունը և արդյունաբերության ոլորտը սպառում են էլեկտրաէներգիայի մոտավորապես 60%-ը, ինչն էլ հիմք է հանդիսացել, որ նրանց կողմից էլեկտրաէներգիայի նկատմամբ պահանջարկը աշխատանքում վերլուծենք առանձին մոդելներով:

Չնայած 2008-2012 թվականների վիճակագրական տվյալներին՝ էլեկտրաէներգիայի սպառումն միջին հաշվով տարեկան 2%-ով աճել է, այնուամենայնիվ, ըստ սպառողների դասի սպառման կառուցվածքում փոփոխություններ չեն եղել [19, էջեր՝ 5-6]:

**Էլեկտրաէներգիայի սպառման կառուցվածքը՝ ըստ սպառողների խմբերի
(2003-2013 թթ-ի միջինացված կշիռներով)**



Աղբյուրը՝ Հանրային ծառայությունները կարգավորող կազմակերպության հաշվետվություններ

Բնակչության կողմից էլեկտրաէներգիայի սպառման վերլուծությունը:

Բնակչության հիմնական եկամուտ է հանդիսանում անվանական աշխատավարձը, հետևաբար առաջին հիմնական կապը, որ փորձել ենք գնահատել, դա անվանական աշխատավարձի և էլեկտրաէներգիայի սպառման միջև է: Կորելացիայի գործակիցը 0.36 է, իսկ դա նշանակում է որ անվանական աշխատավարձի և էլեկտրաէներգիայի սպառման միջև առկա է թույլ դրական կախվածություն: Փորձել ենք ռեգրեսիոն վերլուծության միջոցով գնահատել անվանական աշխատավարձի և բնակչության կողմից էլեկտրաէներգիայի սպառման կախվածությունը, տվյալները ներկայացված են 2003-2014 թվականների ընթացքում՝ եռամսյակային կտրվածքով: Ստացվել է հետևյալ մոդելը.

$$E_p = -367,473 + 68,073 \ln(\text{salary}) \quad (3.24)$$

որտեղ E_p - բնակչության կողմից էլեկտրաէներգիայի սպառումն է, իսկ salary-ն՝ միջին ամսական անվանական աշխատավարձը: Դետերմինացիայի գործակիցը՝ 0.13 է, դա նշանակում է, որ անվանական աշխատավարձը հիմնական գործոն չի հանդիսանում բնակչության կողմից էլեկտրաէներգիայի սպառման մակարդակը որոշելիս: Որպես անկախ փոփոխական դիտարկվել է նաև ՀՀ բանկերի միջոցով ֆիզիկական անձանց անունով արտերկրներից մուտք եղած դրամական ներհոսքը (տրանսֆերտներ),

արդյունքում նշված փոփոխականը ևս նշանակալի ազդեցություն չի ունեցել բնակչության կողմից էլեկտրաէներգիայի սպառման ծավալների վրա(տե՛ս Հավելված 3, Աղյուսակ 3.8):

Բնակչության կողմից էլեկտրաէներգիայի սպառումը գնահատել ենք նաև բազմակի ռեգրեսիոն վերլուծության միջոցով: Առանձնացրել ենք հետևյալ փոփոխականները. E_p –ն բնակչության կողմից էլեկտրաէներգիայի սպառումն է, որպես կախյալ փոփոխական, P_r –ը հարաբերական գինը, որը հավասար է միավոր կՎտժ էլեկտրաէներգիայի գնի հարաբերությանը մեկ մետր խորանարդ գազի գնին. $P_r = P_{el} / P_g$, I -ն՝ էլեկտրատարությունը, (հաշվարկվում է հետևյալ կերպ. էլեկտրաէներգիայի ընդհանուր սպառում/ՀՆԱ), G_p –ն գազի սպառումը բնակչության կողմից (մլն մ³): Տվյալները ընդգրկում են 2003-2014 թվականները՝ եռամսյականյին կտրվածքով: Գնահատման արդյունքում ստացվել է հետևյալ մոդելը.

$$E_p = 286,416 - 263,3 \cdot P_r + 67286,5 \cdot I + 0,620 \cdot G_p \quad (3.25)$$

(11,927) (-4,659) (7,861) (9,952)

Տվյալ մոդելի առավելությունը պայմանավորված է նրանով, այն ուղղակի արտահայտվում է գնի և իրական գործունեության ազդեցություններով:

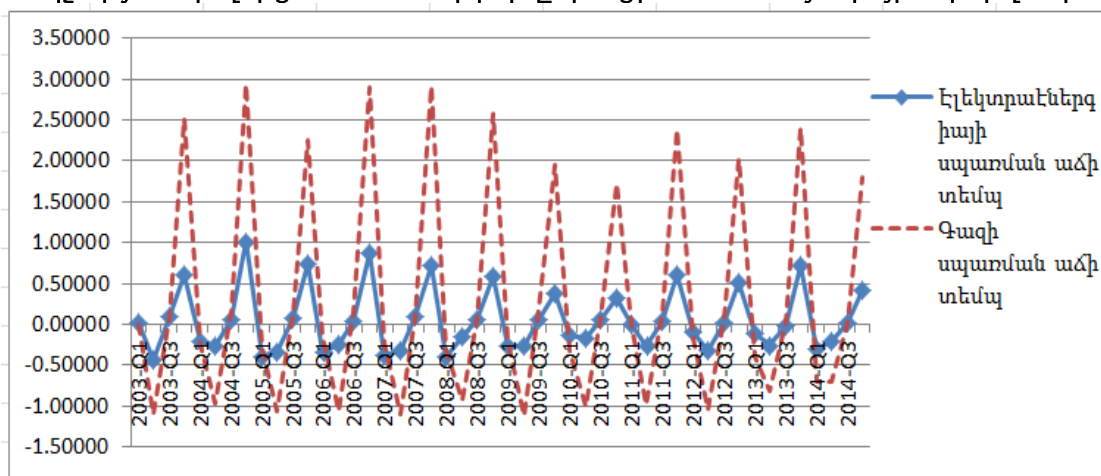
Գնահատված մոդելը կայուն է, դետերմինացիայի գործակիցը 0,87: Գործակիցները նշանակալի են, փակագծերում ներկայացված են յուրաքանչյուր գործակցի համար t -վիճականու արժեքները: Այժմ մեկնաբանենք ստացված գործակիցները. հարաբերական գնի գործակիցը ստացվել է բացասական, իսկ դա նշանակում է, որ հարաբերական գնի փոփոխությունը բերում է բնակչության կողմից էլեկտրաէներգիայի սպառման կրճատման: Քանի որ էներգակիրների գները ամբողջ աշխարհում աճման միտում ունեն, դիտարկենք գների աճի ազդեցությունը պահանջարկի վրա: Եթե գազի գները աճեն, ապա էլեկտրաէներգիայի տրված սակագնի պարագայում, էլեկտրաէներգիայի սպառումը կկրճատվի, բայց ավելի դանդաղ տեմպերով, քան եթե բարձրանա էլեկտրաէներգիայի սակագինը, գազի տրված սակագնի դեպքում: Փաստորեն գնահատված մոդելը հիմնավորում է էլեկտրաէներգիայի սպառման և սակագների միջև հակադարձ կախվածությունը:

Էլեկտրատարության գործակիցը ցույց է տալիս, թե որքան էլեկտրաէներգիա է անհրաժեշտ միավոր տնտեսական աճ ապահովելու համար: Հայաստանի համախառն

ներքին արդյունքի էներգատարությունը և էներգիայի սպառման կառուցվածքը, ըստ տնտեսության ճյուղերի, բնութագրում են մի կողմից տնտեսության զարգացվածության աստիճանը (փոքր էներգատարություն), իսկ մյուս կողմից՝ էներգատար տեխնոլոգիաների առկայությունը (բարձր էներգատարություն): Էլեկտրատարության գործակիցը դրական է, դա նշանակում է, որ էլեկտրաէներգիայի սպառման ընդհանուր մասնաբաժնի աճը ՀՆԱ-ում բերում է բնակչության կողմից էլեկտրաէներգիայի սպառման աճին: Սա հիմնավորվում է բնակչության կողմից սպառած էլեկտրաէներգիայի մեծ կշռով էլեկտրաէներգիայի ընդհանուր սպառման մեջ: Զարգացած երկրների հետ համեմատելով՝ պետք է արձանագրել, որ Հայաստանի տնտեսության զարգացումը պահանջում է մեկ շնչին ընկնող վառելիքաէներգետիկ պաշարների տեսակարար ծախսի աճ, որը կապյմանավորի համախառն ներքին արդյունքի համապատասխան աճ (մեկ բնակչի հաշվով):

Հետաքրքիր օրինաչափություն է ստացվում բնակչության կողմից էլեկտրաէներգիայի և բնական գազի սպառման ծավալների միջև: Մոդելում գնահատված գործակիցը դրական է, իսկ դա նշանակում է, որ բնական գազի սպառումն և էլեկտրաէներգիայի սպառումը շարժվում են նույն ուղղությամբ, դա բացատրվում է շարքերի սեզոնայնությամբ: Ձմռան ամիսներին և՛ էլեկտրաէներգիայի, և՛ բնական գազի սպառումն աճում է, իսկ ամռան ամիսներին՝ երկուսի սպառումն էլ նվազում է: Եթե անդրադառնանք ստացված գործակցին, ապա այն ցույց է տալիս որ բնական գազի միավոր սպառումը հանգեցնում է էլեկտրաէներգիայի սպառման աճին, բայց ավելի քիչ: Այսինքն բնակչության համար ավելի նախընտրելի է բնական գազ սպառել, քան էլեկտրաէներգիա, ինչն էլ բացատրվում է սակագների տարբերությամբ: Վերջինիս մասին են վկայում նաև փաստացի տվյալները, որոնք ներկայացված են նկարում (Գծանկար. 3.9):

Էլեկտրաէներգիայի սպառման աճի և գազի սպառման աճի տեմպերը
բնակչության կողմից 2003-2014թթ-ի ընթացքում եռամսյակային կտրվածքով



Աղբյուր՝ ՀԾԿՀ եռամսյակային հաշվետվություններ

Էկոնոմետրիկ մոդելավորման մեկ այլ եղանակ է ժամանակային շարքերի մոդելների կիրառումը պահանջարկի վերլուծության համար: Այդ մոդելները չեն օգտագործում անկախ փոփոխականներ, այլ ապավինում են կախյալ փոփոխականի նախորդ ժամանակների վարքի վերլուծության վրա: Ժամանակային շարքերի մոդելները ավելի հաճախ օգտագործվում են կարճաժամկետ պահանջարկի վերլուծության համար:

Փորձել ենք գնահատել բնակչության կողմից սպառված էլեկտրաէներգիայի նկատմամբ պահանջարկի փոփոխությունը ΔE_{Pt} , ստացվել է ARIMA(4,1,0) (Auto Regressive Integrated Moving Average) մոդելը: Գնահատված մոդելն ունի հետևյալ տեսքը.

$$\Delta E_{Pt} = 3,41805 - 0,46817 * \Delta E_{Pt-1} - 0,63320 * \Delta E_{Pt-2} - 0,44145 * \Delta E_{Pt-3} + 0,29082 \Delta E_{Pt-4} \quad (3.26)$$

Մոդելը ցույց է տալիս, որ էլեկտրաէներգիայի սպառման աճը տվյալ պահին կախված է իր նախորդ չորս լագային արժեքներից (եռամսյակային կտրվածքով), դա բացատրում է այն փաստը, որ սպառման ֆունկցիան պարբերական է և ունի սեզոնային առանձնահատկություն:

Արդյունաբերության կողմից սպառված էլեկտրաէներգիայի գնահատումը:

Հայաստանի արդյունաբերության ոլորտում սպառվում է էլեկտրաէներգիայի մոտավորապես 24%-ը, այնուամենայնիվ էներգատար արտադրության բեռը ընդհանուր արտադրությունում բավականին փոքր է, ինչը նշանակում է, որ ոլորտը

ունի ցածր էներգատարություն: Հայաստանի արդյունաբերության ոլորտի էներգատարությունը կազմում է 329.4 կգ ն.հ./հազար ԱՄՆ դոլար, Ուզբեկստանինը՝ 2616 կգ ն.հ. /հազար ԱՄՆ դոլար, Էստոնիայինը՝ 569 կգ ն.հ. /հազար ԱՄՆ դոլար, Մոլդովայինը՝ 1264 կգ ն.հ./հազար ԱՄՆ դոլար և Վրաստանինը 304 կգ ն.հ. /հազար ԱՄՆ դոլար [20, էջ 14]: Փոքր էներգատարությունը մի կողմից խոսում է այն մասին, որ արտադրությունն իրականացվում է ժամանակակից արդյունավետ տեխնոլոգիաներով, իսկ մյուս կողմից՝ էներգատար արտադրական ճյուղերի արտադրության կրճատման մասին: Եթե անդրադառնանք ՀՀ-ի վիճակագրական տվյալներին, ապա կտեսնենք, որ էներգատար ճյուղերից միայն քիմիական նյութերի արտադրությունն է կրճատվել վերջին տարիների ընթացքում, իսկ մնացած ճյուղերում աճ է գրանցվել (*Աղյուսակ 3.2*): Այսինքն հաշվի առնելով փաստացի տվյալները կարելի է ասել, որ արդյունաբերության էներգատարությունը կրճատվել է ի հաշիվ նորագույն սարքավորումների ներդրման:

Աղյուսակ 3.2

Էլեկտրաէներգիայի սպառման կառուցվածքն արդյունաբերությունում ըստ տնտեսական գործունեության 2009-2014թթ- ին

	2009	2010	2011	2012	2013	2014
	%					
Հանքագործական արդյունաբերություն	24,5	25,9	30,2	33	33.8	31.6
Մշակող արդյունաբերություն	46,8	49,3	45	42,4	43.3	45.7
Սննդամթերքի արտադրություն	12,9	26,3	22,4	21,9	21.3	26.2
Քիմիական նյութերի արտադրություն	14,6	7,6	5,8	6,1	5.9	2
Այլ ոչ մետաղական հանքային արտադրատեսակների արտադրություն	23,7	25,3	22,9	23,1	23.1	18.9
Հիմնային մետաղների արտադրություն	24,6	24,2	28,3	28,2	29.1	32.5

Աղբյուրը՝ ՀՀ ազգային վիճակագրական ծառայություն. <http://armstat.am/file/doc/99493648.pdf>

Արդյունաբերության ոլորտի կողմից էլեկտրաէներգիայի նկատմամբ պահանջարկը հիմնականում կախված է արտադրության ծավալից: Արդյունաբերական արտադրանքի աճը բերում է էլեկտրաէներգիայի սպառման աճի, քանի որ էլեկտրաէներգիան հանդիսանում է հիմնական վառելիքային ռեսուրսներից մեկը:

Փորձենք գնահատել էլեկտրաէներգիայի սպառումը արդյունաբերական արտադրանքի ծավալից կախված: Լավագույն մոդել ստացվել է.

$$\text{Del}=1.904+0.238*\text{LN}(\text{Ind_product}) \quad (3.27)$$

(6.815)

$$R^2= 0.305$$

որտեղ Del –ն արդյունաբերությունում սպառված էլեկտրաէներգիայի քանակն է (մլն կՎտժ-երով), Ind_product–ն՝ արդյունաբերական արտադրանքի ծավալն է դրամական արտահայտությամբ: Տվյալները ներառում են 2003-2014 թվականները ամսական կտրվածքով: Արդյունաբերական արտադրանքի ծավալում չենք ներառել էլեկտրաէներգիայի արտադրությունը, հակառակ դեպքում կառաջանար բազմակողմնարության խնդիր: Ստացված գործակիցը՝ 0.238-ը ցույց է տալիս, որ արդյունաբերական արտադրանքի հարաբերական աճը 1 %-ով փոփոխությունը է էլեկտրաէներգիայի սպառման 0.23 միավոր փոփոխության:

3.3.2 ՀՀ-ի էլեկտրաէներգիայի սպառման գնահատումը ոչ հստակ ռեգրեսիոն վերլուծության միջոցով

Էներգետիկական շուկաներում որոշումների ընդունման խնդիրները կապված են անորոշության հետ, որոնք ազդում են գների, պահանջարկի, արտադրության ընդհատումների, սարքավորումների հասանելիության վրա: Որոշ դեպքերում էլեկտրաէներգիայի սպառման վերաբերյալ տեղեկատվությունը կարող է լինել ոչ բավարար կամ ունենալ միջակայքային կամ անորոշ բնութագիր: Անորոշությունները կարելի է նկարագրել հետևյալ գործոններով.

- ✓ Էներգասպառման գրանցող սարքավորումների միջոցով ստացված ցուցանիշների տատանվող բնույթը,
- ✓ Էներգասպառման հաշվարկային համակարգի անկատարությունը,
- ✓ Էլեկտրաէներգիայի արտադրության վրա շրջակա միջավայրի ջերմաստիճանի ազդեցությունը,
- ✓ Էներգամատակարարման ցանցում էլեկտրաէներգիայի կորուստները:

Փաստորեն էլեկտրաէներգիայի նկատմամբ պահանջարկը որոշվում է ապրիորի: Մարդկային վարքը նկարագրող փոփոխականները, որոնցից են սպառումը կամ

ընտրությունը, կանխատեսելիս գրեթե միշտ առնչվում ենք անորոշությունների հետ: Հետևաբար էլեկտրաէներգիայի բեռնվածքի գնահատման և կանխատեսման ավանդական մոտեցումները, որոնք ներառում են ռեգրեսիոն և միջարկման /ինտերպոլյացիոն/ գործիքներ, նման իրավիճակներում առաջացնում են որոշ բարդություններ: Խնդիրներ կարող են առաջանալ առկա տվյալների բազմության չափերի հետ, երբ խնդրի ենթադրությունները հավաքական չեն կամ կախյալ, և անկախ փոփոխականների միջև կապը անորոշ է:

Անորոշության պայմաններում կախյալ փոփոխականի կանխատեսման և միջակայքային գնահատականների ստացման եղանակներից է ոչ հստակ ռեգրեսիոն վերլուծությունը [37, էջ 1214]: Ոչ հստակ բազմությունը չունի հստակ որոշված սահմաններ, կարող է պարունակել տարրեր, որոնք պատկանում են այդ բազմությանը մասնակիորեն: *Այն ֆունկցիան, որի միջոցով կարելի է որոշել, թե տվյալ մուտքային տարրը ինչ չափով է պատկանում ընտրված բազմությանը կոչվում է պատկանելության ֆունկցիա:* Ոչ հստակ բազմությունները կիրառվել են նաև վիճակագրության վրա հիմնված ոչ հստակ ռեգրեսիոն վերլուծությունում: Թանական առաջինն էր, ով ներկայացրեց վիճակագրության վրա հիմնված ոչ հստակ ռեգրեսիոն մոդել [113, էջ 904]: Ոչ հստակ գծային ռեգրեսիոն վերլուծության մեջ դասական վիճակագրական մոտեցման որոշ ենթադրություններ թույլ են, իսկ անորոշությունները կապված են կախյալ և անկախ փոփոխականի միջև առկա անորոշ հարաբերությամբ [39, էջ 340]: Համաձայն այս մեթոդի՝ ռեգրեսիոն հավասարման գործակիցները անորոշ են և ներկայացվում են պատկանելության ֆունկցիայի միջոցով, որը ընդունում է արժեքներ [0,1] միջակայքից: Թանակայի հիմնական մոդելը ներկայացվում է գծային ոչ հստակ ֆունկցիայի միջոցով, որը ունի հետևյալ տեսքը. [37, էջ 1214]

$$\tilde{f}(x) = \tilde{\beta}_0 x_0 + \tilde{\beta}_1 x_1 + \dots + \tilde{\beta}_n x_n = \tilde{\beta} X \quad (3.28)$$

որտեղ $x_0=1$, $\tilde{\beta}$ ն՝ գործակիցների անորոշ վեկտորն է:

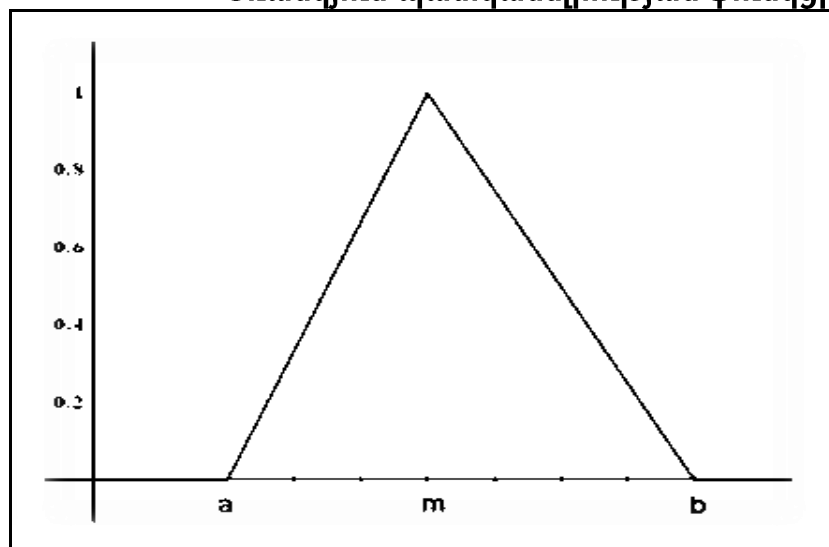
Յուրաքանչյուր $j = \{0, 1, \dots, n\}$ -ի համար $\tilde{\beta}_j$ -ն անորոշ պարամետր է, որը ներկայացվում է պատկանելության ֆունկցիայի միջոցով: Գործնականում հարմար է օգտագործել պատկանելության այն ֆունկցիաները, որոնք կարելի է ներկայացնել պարզ մաթեմատիկական ֆունկցիաների միջոցով: Վերջիններս հեշտացնում են

հաշվարկային խնդիրները: Մենք կկիրառենք սիմետրիկ եռանկյուն պատկանելության ֆունկցիան, որը իրենից ներկայացնում է կտոր առ կտոր գծային ֆունկցիա (*Кусочно-линейные функции принадлежности*) (Տե՛ս Հավելված 2): $\tilde{\beta}_j$ -ն անորոշ պարամետրը կունենա հետևյալ տեսքը. $\tilde{\beta}_j = (m_j, c_j)$, որտեղ m_j -ն պարամետրի անորոշ կենտրոնն է, իսկ c_j -ն եռանկյան հիմքի կեսն է [92, էջեր՝ 1-4] :

Եռանկյուն պատկանելության ֆունկցիայի գրաֆիկը ներկայացված է Գծանկար 3.10-ում, իսկ ցանկացած x կետում ֆունկցիայի արժեքը հաշվարկվում է հետևյալ կերպ.

$$\mu_A(x) = \begin{cases} 0 & x \leq a \\ \frac{x-a}{m-a} & a < x \leq m \\ \frac{b-x}{b-m} & m < x < b \\ 0 & x \geq b \end{cases} \quad (3.29)$$

Գծանկար 3.10
Եռանկյուն պատկանելության ֆունկցիայի գրաֆիկ



Աղբյուր՝ Mogilenko A.V., Manusov V.Z., Evaluation and estimation of electric power consumption using fuzzy regression analysis, Novosibirsk. Russia, 2003, p 2

Ոչ հստակ ռեգրեսիայի գործակիցները որոշված են այնպես, որ բոլոր անորոշ ելքային տվյալները գտնվում են ոչ հստակ ռեգրեսիոն մոդելի սահմաններում:

Մոդել: ՀՀ Էլեկտրաէներգիայի սպառման ֆունկցիան սեզոնային բնույթ ունի. գարնան-ամռան ամիսներին նվազում է, իսկ ձմռան-աշնան ամիսներին աճում է¹⁹: Էլեկտրաէներգիայի սպառումը գնահատելիս ոչ միայն նշանակալի է տարվա եղանակը,

¹⁹ Գարուն-ամառ ձմեռ-աշուն տարանջատումը կատարվել է հետևյալ կերպ. մարտ ամսից մինչև սեպտեմբեր դիտարկվել է որպես գարուն-ամառ, իսկ հոկտեմբերից մինչև փետրվար՝ աշուն-ձմեռ:

այլ նաև շուկայում բնական գազի սակագները, քանի որ ՀՀ էներգետիկական շուկայում բնական գազը էլեկտրաէներգիայի սպառման խոշոր խմբերից շատերի համար (օրինակ՝ բնակչության) էլեկտրաէներգիայի փոխարինող միջոց է: Հետևաբար կարելի է ենթադրել, որ բնական գազի սակագնի փոփոխությունը պայմանավորում է էլեկտրաէներգիայի սպառման տատանումները: Վերջին տաս տարվա ընթացքում բնական գազի սակագները փոփոխվել են 6 անգամ, իսկ այդ տվյալներով սովորական էկոնոմետրիկ մոդելով կախվածությունը գնահատելիս, հնարավոր է ստացվեն շեղված ոչ նշանակալի արդյունքներ: Տվյալների բացակայությունն էլ հիմք հանդիսացավ էլեկտրաէներգիայի սպառումը գնահատել ոչ հստակ բազմությունների միջոցով: Հարկ է նշել, որ ոչ հստակ ռեգրեսիոն վերլուծության առանձնահատկությունը կայանում է նրանում, որ դիտարկվող կախվածության համար կարևոր է ոչ թե մուտքային տվյալների չափը, այլ միջակայքերի սահմանները:

Մոդելում տվյալները ընդգրկում են 2003-2014 թվականները ընկած ժամանակաշրջանը²⁰: Յուրաքանչյուր տարվա ընթացքում առանձնացվել է երկու սեզոն՝ գարուն-ամառ, աշուն-ձմեռ: Որպես կախյալ փոփոխական դիտարկվել է էլեկտրաէներգիայի սպառումը. իսկ անկախ փոփոխականներ՝ գազի սպառման գինը և սեզոնային (երկարժեք) փոփոխականը: Քննարկված մոդելում՝ որպես անորոշ պարամետրեր դիտարկվել են ռեգրեսիայի գործակիցները:

Ոչ հստակ ռեգրեսիոն հավասարումն ունի հետևյալ տեսքը.

$$C_{ei} = \widetilde{\beta}_0 + \widetilde{\beta}_1 p_g + \widetilde{\beta}_2 w \quad (3.30)$$

որտեղ C_{ei} -ն էլեկտրաէներգիայի սպառումն է, p_g -ն գազի սպառման գինը ՀՀ-ում, իսկ w -ն սեզոնային սպառման կշիռը էլեկտրաէներգիայի տարեկան սպառման մեջ: Ռեգրեսիոն հավասարման ոչ հստակ պարամետրերը երեքն են՝ $\widetilde{\beta}_0$ -ն, $\widetilde{\beta}_1$ -ը և $\widetilde{\beta}_2$ -ը, որոնք ներկայացվում են հետևյալ կերպ. $\widetilde{\beta}_0 = (m_0, c_0)$, $\widetilde{\beta}_1 = (m_1, c_1)$, $\widetilde{\beta}_2 = (m_2, c_2)$:

Ռեգրեսիայի գործակիցները որոշելու համար լուծում ենք ստորև ներկայացրած օպտիմացման խնդիրը.

$$c_0 + \sum_{i=1}^n (c_1 p_{gi} + c_2 w_i) \rightarrow \min \quad (3.31)$$

²⁰ Օգտագործված տվյալների աղբյուր է հանդիսացել Հանրային ծառայությունները կարգավորող հանձնաժողովի հաշվետվությունները. <http://psrc.am/am/?nid=384>:

Հետևյալ սահմանափակումների դեպքում.

$$(m_0 - c_0) + (m_1 - c_1)p_{gi} + (m_2 - c_2)w_i \leq Y_{iL} \quad (3.32)$$

$$(m_0 + c_0) + (m_1 + c_1)p_{gi} + (m_2 + c_2)w_i \geq Y_{iU} \quad (3.33)$$

$$c_0 \geq 0, c_1 \geq 0, c_2 \geq 0 \quad (3.34)$$

որտեղ Y_{iL}, Y_{iU} -ն յուրաքանչյուր n -չ հստակ արժեքի համար համապատասխանաբար ստորին և վերին սահմաններն են (հայտնի է, որ մուտքային արժեքների դեպքում վերին և ստորին արժեքները իրար հավասար են), իսկ n -ը՝ դիտարկումների թիվը: Նպատակային ֆունկցիան մինիմացնում է անորոշ ցրվածքը, իսկ սահմանափակումների միջոցով դիտարկվող տվյալները մնում են n -չ հստակ ռեգրեսիոն մոդելի սահմաններում:

Ստանալով n -չ հստակ ռեգրեսիոն հավասարման գործակիցները՝ կարելի է կառուցել n -չ հստակ ֆունկցիայի միջակայքային սահմանները: Անորոշ ֆունկցիայի վերին և ստորին մակարդակները որոշելու համար օգտագործվել են հետևյալ բանաձևերը. [37, էջ 1216]

$$\text{Վերին սահման } y_b = f_b(x) = \sum_{j=0}^n m_j^* x_j + \sum_{j=0}^n c_j^* |x_j| \quad (3.35)$$

$$\text{Ստորին սահման } y_a = f_a(x) = \sum_{j=0}^n m_j^* x_j - \sum_{j=0}^n c_j^* |x_j| \quad (3.36)$$

Այնուհետև ստացվում է անկախ փոփոխականի պատկանելության ֆունկցիան՝ օգտագործելով n -չ հստակ ռեգրեսիոն վերին և ստորին սահմանները: Դիտարկվում է պատկանելության եռանկյունաձև ֆունկցիան, որի անալիտիկ ներկայացումը հետևյալն է.

$$\mu_Y(y) = \begin{cases} 0 & y \leq y_a \\ \frac{y - y_a}{y_m - y_a} & y_a \leq y \leq y_m \\ \frac{y_b - y}{y_b - y_m} & y_m \leq y \leq y_b \\ 0 & y \geq y_b \end{cases} \quad (3.37)$$

Որտեղ $\mu_Y(y)$ -ն պատկանելության ֆունկցիան է: Վերին և ստորին սահմանային արժեքների դեպքում պատկանելության ֆունկցիան ձգտում է զրոյի: y_m -ը այդ միջակայքում գտնվող ինչ-որ մակարդակ է, (օրինակ՝ տվյալ միջակայքի կենտրոնը), որի դեպքում պատկանելության ֆունկցիան ձգտում է մեկի:

Անկախ փոփոխականների տարբեր մակարդակների համար կախյալ փոփոխականի պատկանելության ֆունկցիան տարբեր է, հետևաբար անկախ փոփոխականների տարբեր համակցումների /կոմբինացիաների/ համար ստացվում են կախյալ փոփոխականի պատկանելության ֆունկցիայի տարբեր սահմանային մակարդակներ: Էլեկտրաէներգիայի սպառումը գնահատելիս օգտագործվում է հետևյալ տրամաբանությունը.

Եթե եղանակը տաք է, իսկ գազի գինը բարձրացել է, ապա էլեկտրաէներգիայի սպառումը տատանվում է որոշակի միջակայքում:

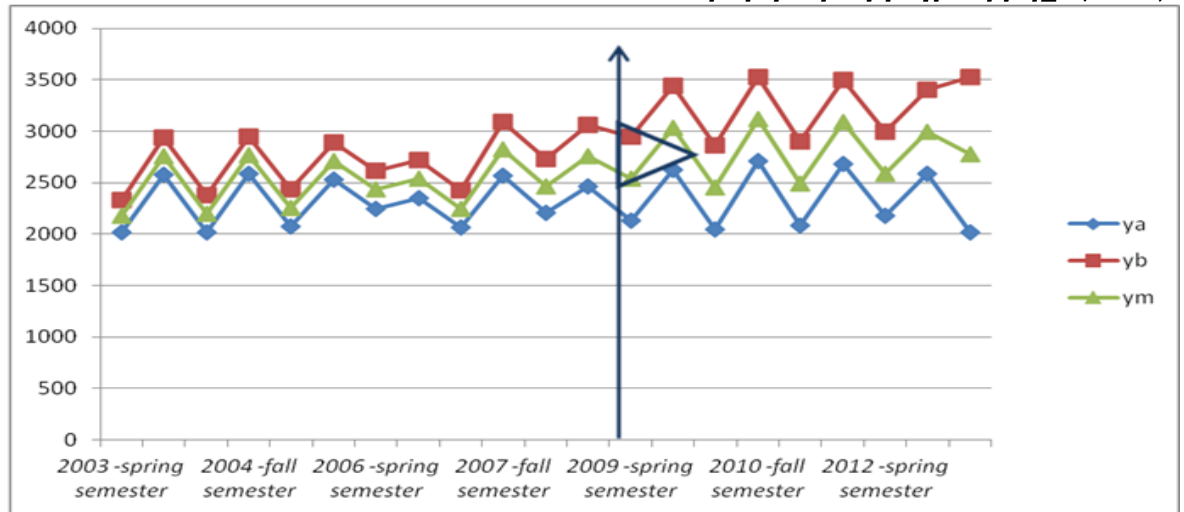
Անորոշություններից ազատվելու համար կատարում ենք ոչ հստակ բազմությունների հստակեցում կամ դեֆազավորում: Ոչ հստակ բազմության հստակեցման /դեֆազաֆավորման/ համար կան տարբեր եղանակներ(տես Հավելված 2) [94, էջ 263]: Տարածված եղանակներից մեկը կենտրոնային հաշվարկման մեթոդն է, որը դիսկրետ տվյալների համար հաշվարկվում է հետևյալ բանաձևով՝

$$Y = \text{Defuzz}(\tilde{Y}) = \frac{\sum \mu_{\tilde{Y}}(y)y}{\sum \mu_{\tilde{Y}}(y)} \quad (3.35)$$

Եթե անկախ փոփոխականի արժեքները նույնպես անորոշ են, ապա կարելի է նույն տրամաբանությամբ կառուցել անկախ փոփոխականի համար պատկանելիության ֆունկցիա և գնահատել սպասվող արժեքը:

Արդյունքներ: ՀՀ Էլեկտրաէներգիայի սպառման սահմանները որոշելու, ինչպես նաև պատկանելության ֆունկցիան կառուցելու համար, լուծվել է վերը նկարագրված (3) օպտիմացման խնդիրը: Դիտարկումների թիվը վերցրել ենք 21, քանի որ տվյալների շարքը ներառում է 2003 թվականի գարուն ամառից մինչև 2014 թվականի գարուն-ամառ ժամանակահատվածը Խնդրի լուծման արդյունքում ստացվել են ոչ հստակ գործակիցների վեկտորը $m_0, m_1, m_2, c_0, c_1, c_2$, այնուհետև վերջիններիս միջոցով կառուցվում են գնահատվող փոփոխականի վերին (y_a) և ստորին (y_b) սահմանային միջակայքերը: Գծանկար 3.11-ում ներկայացված է Էլեկտրաէներգիայի սեզոնային պահանջարկի սահմանային միջակայքերը և պատկանելության ֆունկցիան որոշակի արժեքի համար (α հատման դեպքում (տե՛ս Հավելված 2), որը պայմանավորվում է եղանակի և բնական գազի սակագնի որևէ կոմբինացիայով):

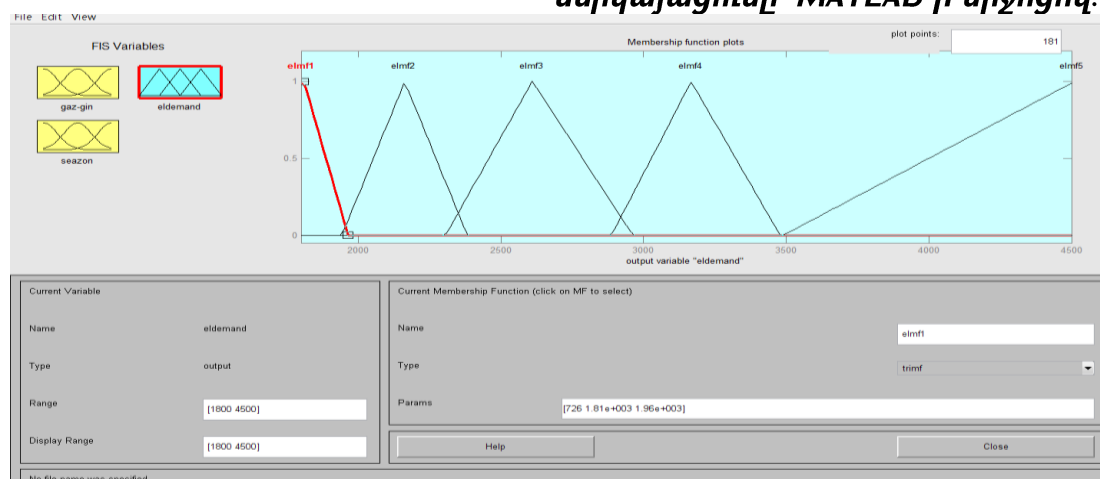
Ոչ հստակ ռեգրեսիոն հավասարման վերին, ստորին և կենտրոնական մակարդակների գրաֆիկը (n=21):



Գծանկար. 3.11-ում ներկայացված է որոշակի մակարդակում եռանկյուն պատկանելության ֆունկցիայի գրաֆիկական տեսքը:

Սահմանային արժեքները ստանալուց հետո MATLAB ծրագրաշարի միջոցով ստացվել են եռանկյուն պատկանելության ֆունկցիաները ինչպես կախյալ, այնպես էլ անկախ փոփոխականների համար: Սեզոնային պահանջարկի համար դիտարկվել են եռանկյունաձև պատկանելության 4 ֆունկցիաներ, որոնց գծապատկերները ներկայացված են Գծանկար 3.12-ում:

Էլեկտրաէներգիայի սպառման պատկանելության ֆունկցիայի գրաֆիկական ներկայացումը MATLAB-ի միջոցով:



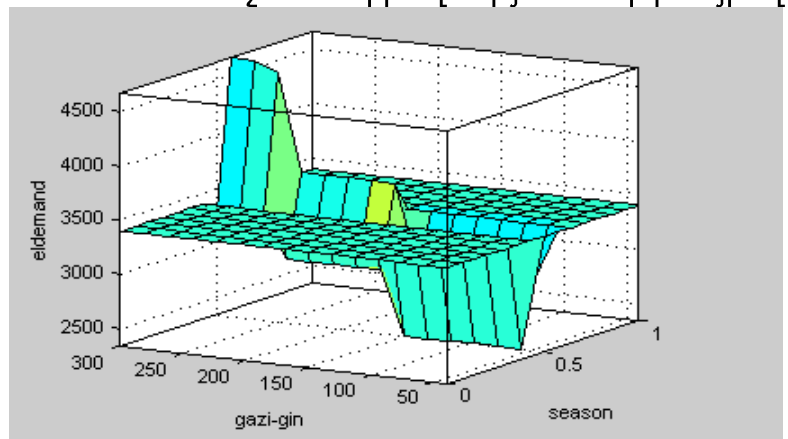
Անկախ փոփոխականներից յուրաքանչյուրի համար նույնպես կառուցվել են պատկանելության ֆունկցիաներ: Բոլոր դեպքերում դիտարկվել ենք եռանկյունաձև պատկանելության ֆունկցիաներ:

Պատկանելիության ֆունկցիաները կառուցելուց հետո ձևակերպվել են ոչ հստակ տրամաբանական կանոններ անկախ փոփոխականների և կախյալ փոփոխականի համար, որոնք ներկայացվում են պատճառահետևանքային շղթայի միջոցով. (տե՛ս Հավելված 3 Գծանկար 1)

Պատճառահետևանքային կախվածությունները ներկայացնելուց հետո, կարելի է ստանալ ոչ հստակ բազմության մակերևույթը, որը կունենա հետևյալ տեսքը.

Գծանկար 3.13

Էլեկտրաէներգիայի բեռնվածք ներկայացումը
ոչ հստակ բազմության մակերևույթով



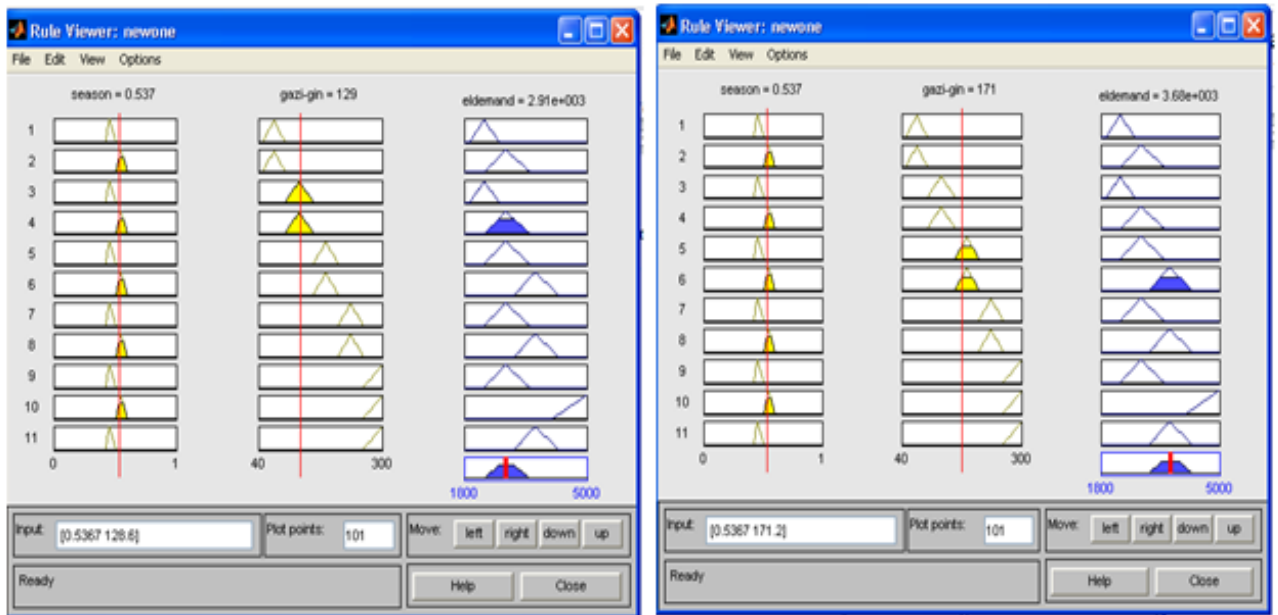
Գծանկար 3.13-ում eldemand-ով նշանակված է էլեկտրաէներգիայի սպառման մակարդակը ՀՀ-ում, gazi-gin-ով գազի միջին սակագինը, իսկ season-ով՝ սեզոնային փոփոխականը: Մակերևույթի միջոցով ներկայացվում է էլեկտրաէներգիայի բեռնվածքը, որը ինչպես երևում է ունի պիկային հատվածներ կախված սեզոնայնությունից: Այդ պիկային հատվածներում էլեկտրաէներգիայի բեռն ապահովում են Փոքր ՀէԿ-երը և բազիսային հատված, որը ապահովում են միջուկային և ջերմային կայանների միջոցով:

Ոչ հստակ բազմությունը ստանալուց հետո փորձել ենք ազատվել անորոշություններից: Դեֆազավորման համար ընտրվել է կենտրոնային հաշվարկման մեթոդը: Անկախ փոփոխականների (եղանակի և բնական գազի սակագնի) տարբեր արժեքների դեպքում դեֆազավորման արժեքները ստացվում են տարբեր: Ենթադրելով, որ գազի սակագինը մեկ մետր խորանարդի դիմաց միջինում 129 դրամ է, իսկ եղանակը ցուրտ է այսինքն՝ աշուն-ձմեռ ժամանակահատված է, ապա համաձայն մեր մոդելի՝ էլեկտրաէներգիայի սպառումը այդ վեց ամիսների համար

կատացվի 2,910 մլն կվտ/ժ (Տե՛ս Գծանկար 3.14 ա)): Եթե ենթադրենք, որ գազի սակագինը բարձրացել է մինչև 171 դրամ մեկ խորանարդի համար, իսկ եղանակը ցուրտ է, այս պայմանների դեպքում էլեկտրաէներգիայի սպառումը կկազմի 3,680 մլն կվտ/ժ (Տե՛ս Գծանկար 3.14 բ)):

Գծանկար 3.14

Դեֆազավորման արդյունքներ ընտրված մուտքային արժեքների դեպքում



ա)

բ)

Այսպիսով, ոչ հստակ բազմությունների միջոցով կարելի է գնահատել էլեկտրաէներգիայի սպառման մակարդակը, որպես անկախ փոփոխականներ դիտարկելով բնական գազի սակագինը և տարվա եղանակը:

Եթե էլեկտրաէներգիայի սպառման էկոնոմետրիկ մոդելների հիմքում ընկած են տվյալների պատմական շարքերը (որքան երկար են շարքերը, այնքան ստացվող արդյունքները ավելի իրական են), ապա ոչ հստակ բազմությունների հիմքում ընկած են փոփոխականների տատանման միջակայքային սահմանները և տրամաբանական կախվածությունները, ոչ թե շարքերի երկարությունը և փոփոխականների ստացիոնարություն: Ոչ հստակ ռեգրեսիոն վերլուծությունը հնարավորություն է տալիս գնահատել փոփոխականների միջև կախվածությունը՝ չպահպանելով դասական ռեգրեսիոն վերլուծության պայմանները: Ոչ հստակ բազմությունները կարելի է կիրառել և հայտնի, և անհայտ մուտքային արժեքի դեպքում: Միջակայքային ցրվածքի դեպքում այս մեթոդը հնարավորություն է տալիս հաշվի առնել մուտքային ինֆորմացիայի

անորոշությունները և փոխել ստանդարտ գծային ռեգրեսիայի վստահելիության միջակայքերը:

Նույն տրամաբանությամբ գնահատել ենք նաև էլեկտրաէներգիայի արտադրական ֆունկցիան նշված սեզոնների համար, որը հաջորդ պարագրաֆում կօգտագործվի էլեկտրաէներգիայի մատակարարման շղթայի հավասարակշռությունը որոշելիս:

Փաստորեն, մեր կողմից առաջարկված մոդելը հնարավորություն է տալիս գնահատել ՀՀ-ի էլեկտրաէներգիայի արտադրության և սպառման քանակները տրամաբանական փոփոխականներից կախված, ինչպես նաև մուտքային արժեքների ոչ երկար շարքերի դեպքում: Մեր կողմից կլիրառված գնահատման մեթոդի միջոցով ստացված արժեքները համեմատվել են իրական տվյալների հետ: Համեմատության արդյունքում ստացված շեղումները բավականին փոքր են ստացվել, հետևաբար կասենք որ մոդելը նշանակալի է և արդյուանքվետ կլինի այն օգտագործել դինամիկ հետազոտություն իրականացնելիս:

3.4 Մատակարարման շղթայի հավասարակշռությունը որոշակի և անորոշ պահանջարկների դեպքում

Հավասարակշռության պայմանները էլեկտրաէներգիայի մատակարարման շղթայի համար: Մատակարարման շղթայի հիմնական նպատակն է գործառնական արդյունավետության բարձրացումը, ֆիրմաների և մատակարարման շղթայի գործընկերների շուկայում շահութաբեր և մրցակցային դիրքի ապահովումը: *ՄՇ-ի հավասարակշռություն ասելով հասկանում ենք էլեկտրաէներգիայի այն քանակը, որի դեպքում մատակարարման շղթայի հանգույցներից յուրաքանչյուրի վարքը օպտիմացվում է:* Հավասարակշռության դեպքում միևնույն աղեղի վրա արտադրանքի հոսքը պետք է համապատասխանի մատակարարման շղթայի յուրաքանչյուր մասնակցի օպտիմալ պայմանների համախմբությանը: *Էլեկտրաէներգիայի մատակարարման ընթացքում ցանցում գրանցվում են կորուստներ, որոնք լինում են տեխնոլոգիական և առևտրային:*

ՀՀ էլեկտրաէներգետիկական շուկայի համար շղթայի օպտիմացման խնդիրը դիտարկվել է հետևյալ կերպ: *Արտադրության և մատակարարման այն քանակները,*

որոնց դեպքում շղթայի գումարային կորուստները կլինեն նվազագույնը, իրավիճակը կանվանենք հավասարակշիռ:

Էլեկտրացանցում էլեկտրաէներգիայի կորուստների հաշվարկի արդյունքները հանդիսանում են կարևորագույն ցուցանիշներ, մասնավորապես վաճառող-գնորդ, մատակարար-սպառող փոխադարձ ֆինանսական հաշվարկներում:

Կորուստների օպտիմացման խնդիրը լուծելիս կարող ենք ստանալ արտադրության և մատակարարման օպտիմալ մակարդակները: Իսկ դա կնշանակի, որ ստացել ենք օպտիմալ միջին կշռային սակագինը, որով մատակարարը գնում է էլեկտրաէներգիա միջանկյալ ընկերությունից (<<-ի էլեկտրաէներգետիկ մատակարարման շղթայում Բարձրավոլտ էլեկտրացանցեր ընկերությունից): Եթե էլեկտրաէներգիայի գնման սակագինը նվազագույնն է, ապա վաճառքի գինը ևս կլինի նվազագույնը: Այսինքն շղթայի երեք հիմնական մասնակիցների՝ արտադրողի, մատակարարի և սպառողի, համար կհաստատվի օպտիմալ իրավիճակ:

Դիտարկենք հավասարակշռության խնդրի մաթեմատիկական մոդելը: << էլեկտրաէներգիայի մատակարարման շղթայում կորուստներ գրանցվում են բարձր լարման ցանցերում և բաշխիչ ցանցերում: Բաշխիչ ցանցերում գրանցված կորուստները ևս լինում են առևտրային և տեխնոլոգիական:

Նշանակենք w_1 –ով բարձրավոլտ ցանցերում էլեկտրաէներգիայի մուտքի նկատմամբ տեխնոլոգիական կորուստները տոկոսային արտահայտությամբ, իսկ w_2 – ով՝ <ԷՏ-ի կորուստները: Կորուստները տվյալ խնդրում դիտարկվում են որպես պարամետրեր: q_1 -ով նշանակենք բարձրավոլտ ցանցեր մուտք գործած էլեկտրաէներգիայի քանակը, q_2 -ով՝ փոքր <ԷԿ-երի արտադրության ծավալը: Փոքր <ԷԿ-երի արտադրության ծավալը առանձնացրել ենք, քանի որ փոքր <ԷԿ –երը իրենց արտադրանքը ներկայացնում են ներքին մեծածախ շուկա: q_1 -ը և q_2 -ը հանդիսանում են խնդրի փոփոխականներ:

Օպտիմացման խնդիրը կունենա հետևյալ տեսքը.

$$w_1 q_1 + (q_1 - w_1 q_1 + q_2) w_2 \rightarrow \min \quad (3.39)$$

$$q_1 + q_2 \leq \hat{q} \quad (3.40)$$

$$q_1 - q_1 w_1 + q_2 - (q_1 - q_1 w_1 + q_2) w_2 = \widehat{d_{el}} \quad (3.41)$$

$$a\hat{q} \leq q_2 \leq \underline{q_2} \quad (3.42)$$

(3.39)–ը նպատակային ֆուկցիան է, որը իրենից ներկայացնում է մատակարարման ցանցում տեխնոլոգիական կորուստների հանրագումարը, քանի որ ցանցում գրանցված առևտրային կորուստները կախված չեն էլեկտրաէներգիայի հոսքից: Մեր խնդիրն է որոշել արտադրության այն մակարդակները, որի դեպքում ընդհանուր կորուստները կլինեն նվազագույնը:(3.40)–ը ցույց է տալիս, որ արտադրության քանակը պետք է լինի ոչ ավելի, քան նախապես գնահատված էլեկտրաէներգիայի արտադրության մակարդակը ($\hat{q}$):(3.41)–ը ցույց է տալիս, որ մատակարարված էլեկտրաէներգիան պետք է հավասարվի գնահատված պահանջարկին ($\widehat{d_{si}}$): (3.42)–րդ սահմանափակման միջոցով քանակական սահմանափակում ենք դնում փոքր ՀԷԿ-երի արտադրության մակարդակի վրա: $\underline{q_2}$ –ը դրվածքային հզորությանը համապատասխան արտադրման ծավալն է, իսկ $a\hat{q}$ –ն էլեկտրաէներգիայի ընդհանուր բեռնվածքում փոքր ՀԷԿ-երի կշիռն է, որտեղ a –ն պարամետր է (օրինակ վերջին տարիներին Փոքր ՀԷԿ-երի կողմից թողարկված արտադրանքը կազմում է ընդհանուր արտադրության մոտավորապես 4–9 %)::

Խնդիրը կարելի է դիտարկել երկու դեպքում. առաջին՝ Էկոնոմետրիկ վերլուծությունների արդյունքում ստացված գնահատականների պարագայում, որոնք ունեն ամսական բնույթ: Այսինքն կստանանք ամսական արտադրության այն ծավալը, որի դեպքում ընդհանուր կորուստները կլինեն մինիմալ: Այստեղ հաշվի կառնենք, որ էլեկտրաէներգիայի պահանջարկը և արտադրության ծավալը գնահատվել է նախորդ ժամանակատվածի միտումներին համապատասխան:

Երկրորդ դեպքում կդիտարկենք էլեկտրաէներգիայի պահանջարկը որպես անորոշ մեծություն, և սահմանափակումներում որպես գնահատված ցուցանիշներ կդիտարկենք նախապես ոչ հստակ բազմությունների միջոցով ստացված տվյալները: Ոչ հստակ բազմություններով վերլուծության ընթացքում գնահատականները ստացել ենք 6 ամիսների համար: Փաստորեն խնդրի լուծման արդյունքում կստանաք գարուն–ամառ, աշուն–ձմռան ամսիների արտադրության այն ծավալները, որոնց դեպքում կորուստները մատակարարման շղթայում կլինեն մինիմալ:

Առաջին տարբերակով խնդիրը լուծելիս ստացել ենք 2014 թվականի ամսական կտրվածքով օպտիմալ արտադրության մակարդակները, որոնք ներկայացված են Աղյուսակ 3.3-ում: Էլեկտրաէներգիայի արտադրությունը և պահանջարկը գնահատվել է մեր կողմից առաջարկած մոդելների միջոցով (տես (3.5) էջ 75 և (3.23) էջ 93):

Աղյուսակ 3.3-ում առաջին երկու սյունյակներում ներկայացված է Էլեկտրաէներգիայի արտադրության և սպառման գնահատականները 2014 թվականին ամսական կտրվածքով, հաջորդ երկու սյունյակներում՝ ՀԷՑ-ի կողմից Էլեկտրաէներգիայի գնման քանակը բարձր լարման ցանցերից և Փոքր ՀԷԿ-ից: Վերջին սյունյակներում ներկայացված են համակարգում գրանցված կորուստները, որոնք ստացվել են վերը նկարագրված օպտիմացման խնդիրը լուծելիս: Եթե համեմատենք իրական տվյալների հետ, ապա մեր կողմից գնահատված ցուցանիշների շեղումները իրական տվյալներից բավականին փոքր են: Եթե հաշվենք բարձր լարման և բաշխիչ ցանցերի կորուստները, ապա մոդելի միջոցով ստացված տոկոսային կորուստներն ավելի փոքր են, քան փաստացին 2014 թվականի ընթացքում: Համապատասխանաբար բարձր լարման ցանցերում փաստացի կորուստները կազմել են 1,8%(138,7/7710), իսկ մոդելում՝ 1,2% (91,58/7486,37): Բաշխիչ ցանցերում փաստացի կորուստները կազմել են 13,3% (810/6076,9), իսկ մոդելում՝ 9,81%(595,6/7486,3):

Եթե փորձնք համեմատել ստացված արդյուքը այլ երկրների հետ, օրինակ ԵՄ երկրներում բաշխիչ ցանցերում կորուստները կազմում են բաշխիչ ցանցերի մուտք գործած Էլեկտրաէներգիայի 4-5 %-ը, նախկին սովետական երկրներում (Չեխիա և այլն)՝ 6-7%-ը, իսկ ԱՊՀ երկրներում 8-14%-ը, ինչպես նաև հաշվի առնելով, որ օպտիմացնել հնարավոր է միայն համակարգում գրանցված տեխնիկական կորուստները, ապա կարող ենք ասել, որ մոդելում կորուստները ավելի փոքր են կազմել:

**Էլեկտրաէներգիայի արտադրության և բաշխման գնահատականները 2014թ-ի
համար ամսեկան կադրվածքով**

մլն կվտժ						
2014 թ	Էլեկտրաէներգիայի արտադրություն	Ներքին սպառում	Առաքում Բարձր լարման ցանցերից	Փոքր ՀԷԿ-երից օգտակար առաքում	Կորուստներ	
					Բարձր լարման ցանցերում	Բաշխիչ ցանցերում
Հունվար	788,85	654,19	663,25	65,60	9,95	64,70
Փետրվար	766,87	600,72	609,04	60,23	9,14	59,41
Մարտ	689,59	527,83	535,13	52,93	8,03	52,20
Ապրիլ	591,93	444,53	450,69	44,57	6,76	43,96
Մայիս	491,47	407,91	413,56	40,90	6,20	40,34
Հունիս	508,22	434,54	440,55	43,57	6,61	42,98
Հուլիս	565,87	429,59	435,54	43,08	6,53	42,49
Օգոստոս	595,02	434,31	440,32	43,55	6,60	42,95
Սեպտեմբեր	589,89	466,13	472,58	46,74	7,09	46,10
Հոկտեմբեր	634,26	510,43	517,49	51,18	7,76	50,48
Նոյեմբեր	604,18	519,42	526,61	52,08	7,90	51,37
Դեկտեմբեր	660,21	637,21	600,79	59,42	9,01	58,61
Ընդամենը	7486,37	6066,83	6105,54	603,85	91,58	595,60
Փաստացի ²¹	7750	6141,9	7455,0	669,0	138,9	789,9

Փաստորեն, մեր կողմից ներկայացված հավասարակշռության մոդելը կարելի է կիրառել էլեկտրաէներգետիկական համակարգի ներսում էլեկտրաէներգիայի հոսքը որոշելիս, որի դեպքում էլեկտրաէներգետիկական մատակարարման շղթայում կորուստները կլինի համեմատաբար փոքր:

ՀԷՑ-ի համար էլեկտրաէներգիայի գնման արդյունավետ քանակները որոշելուց հետո կարելի է հաշվել միջին կշռային սակագինը սպառողների համար, որը հավասար կլինի 23,003 դրամ 1 կվտ-ի դիմաց:

Վերը նկարագրված օպտիմացման խնդրից ստացվում է, թե ՀԷՑ-ը ինչքան էլեկտրաէներգիա պետք է գնի ԲԷՑ-ից և Փոքր ՀԷԿ-երից, բայց թե ինչքա՞ն պետք է արտադրի յուրաքանչյուր արտադրող կայան, ապա այդ հարցի պատասխանի չի

²¹ ՀԾԿՀ, էլեկտրաէներգետիկական համակարգի 2013թ. հիմնական ցուցանիշները հաշվետվություն

ստացվում: Վերջինս ստանալու համար կառուցում ենք հոսքային խնդիր (տես Հավելված 3. Գծանկար 2):

Արտադրող կայանները նշանակված են 1-6 հանգույցներով, 2-ը բարձրավոլտ էլեկտրական ցանցերն են, 3-ը՝ ՀԷՑ-ը, իսկ 4-ը և 5-ը համապատասխանաբար բնակչությունն ու այլ սպառողներն են: q_{ij} – ով նշանակված է i -ից j -րդ հանգույց տեղափոխված էլեկտրաէներգիայի քանակը, l_i -ով՝ բարձրավոլտ ցանցերի կորուստները, իսկ l_2 –ով՝ ՀԷՑ-ում գրանցված կորուստների մակարդակը: Խնդիրը կունենա հետևյալ տեսքը.

Նպատակային ֆունկցիա՝

$$q_{34} + q_{35} \rightarrow \max \quad (3.43)$$

Սահմանափակումները՝

$$q_{12} + q_{22} + q_{32} + q_{42} + q_{52} \geq q_2 (1 + l_1 / 100) \quad (3.44)$$

$$q_2(1 - l_1 / 100) + q_{63} \geq q_3(1 - l_2 / 100) \quad (3.45)$$

$$q_3 = q_{63} + q_2 \quad (3.46)$$

$$q_3 \geq q_{34} + q_{35} \quad (3.47)$$

$$q_{34} + q_{35} = \widehat{d_{el}} \quad (3.48)$$

$$q_{63} = \widehat{q_{63}} \quad (3.49)$$

$$q_2(1 - 0,15) = \widehat{q_2} \quad (3.50)$$

$$q_{12} + q_{22} + q_{32} + q_{42} + q_{52} + q_{63} \leq \widehat{q} \quad (3.51)$$

$$q_{ij} \geq w_{ij}\widehat{q} \quad (3.52)$$

Վերը նկարագրված խնդրի արդյունքները ներկայացված են Հավելված 3-ի Աղյուսակ 3.4-ում, որը իրենից ներկայացնում է արտադրող կայանների կողմից էլեկտրաէներգիայի արտադրության քանակի և բաշխման որոշակի տարբերակ:

Անորոշ պահանջարկի դեպքում հաշվի ենք առնում նաև 1մ^3 գազի սակագինը: Նախ ընտրվում է սակագնի չափը, այնուհետև նշվում է, թե որ եղանակի համար ենք գնահատում կատարում և արդյունքում ստացվում է սպասվող պահանջարկը: Անհրաժեշտության դեպքում նաև կարելի է գնահատել արտադրության ծավալը: Ունենալով գնահատված պահանջարկը՝ լուծում ենք օպտիմացման (3.43) խնդիրը:

Եթե գազի սակագինը նշանակենք P_g , եղանակի պարամետրը՝ SEZ(որը ընդունում է երկու տեքստային արժեք՝ գարուն կամ ձմեռ), ապա (1) խնդիրը կունենա հետևյալ տեսքը.

$$w_1 q_1 + (q_1 - w_1 q_1 + q_2) w_2 \rightarrow \min \quad (3.53)$$

$$q_1 + q_2 \leq q(\widehat{P_g}; \text{SEZ}) \quad (3.54)$$

$$q_1 - q_1 w_1 + q_2 - (q_1 - q_1 w_1 + q_2) w_2 = d_{el}(\widehat{P_g}; \text{SEZ}) \quad (3.55)$$

$$a\hat{q} \leq q_2 \leq \underline{q_2} \quad (3.56)$$

(3.53)-ը նպատակային ֆունկցիան է, որը իրենից ներկայացնում է մատակարարման ցանցում կորուստների հանրագումարը: (3.54)-ը ցույց է տալիս, որ արտադրման քանակը պետք է լինի ոչ ավելի քան նախապես գնահատված էլեկտրաէներգիայի արտադրության մակարդակը, որը կախված է գազի սակագնից և եղանակից ($q(\widehat{P_g}; \text{SEZ})$): (3.55)-ը ցույց է տալիս, որ մատակարարված էլեկտրաէներգիան պետք է հավասարվի գնահատված պահանջարկին, որը ֆունկցիա է գազի սակագնից և եղանակից ($d_{el}(\widehat{P_g}; \text{SEZ})$): (3.56)-ը սահմանափակման միջոցով քանակական սահմանափակում ենք դնում փոքր ՀԷԿ-երի արտադրության մակարդակի վրա: $\underline{q_2}$ -ը դրվածքային հզորությանը համապատասխան արտադրման ծավալն է, իսկ $a\hat{q}$ -ն էլեկտրաէներգիայի ընդհանուր բեռնվածքում փոքր ՀԷԿ-երի կշիռն է:

Խնդրի լուծման արդյունքները ներկայացված են Աղյուսակ 3.5-ում: Աշխարհում էներգակիրների սակագների աճման միտումները հաշվի առնելով, ենթադրել ենք, որ գազի սակագինը միջինը 167 դրամ է 1մ³-ի դիմաց: Այս դեպքում նույնպես համակարգում գումարային կորուստները գնահատված ցուցանիշների համար ավելի փոքր են:

Աղյուսակ 3.5

Էլեկտրաէներգիայի արտադրության և բաշխման գնահատականները 2014 թ-ին գարուն-ամառ, աշուն-ձմեռ ժամանակահատվածների համար

մլն կՎտժ						
2014 թ	Էլեկտրաէներգիայի արտադրություն	Ներքին սպառում	Առաքում Բարձր լարման ցանցերից	Փոքր ՀԷԿ-երից օգտակար առաքում	Կորուստներ	
					Բարձր լարման ցանցերում	Բաշխիչ ցանցերում
Գարուն-ամառ	4900	2890	2929,99	289,77	43,949	285,8242
Աշուն-ձմեռ	6170	4040	4095,90	405,08	61,438	399,5604

Ոչ հստակ պահանջարկի դեպքում ևս կարելի է որոշել արտադրության և բաշխման քանակները ընդհանուր համակարգի համար՝ լուծելով (3.46)-(3.52) օպտիմացման խնդիրը: Վերջինիս արդյունքները ներկայացված են աղյուսակ 3.6-ում:

Աղյուսակ 3.6

**Էլեկտրաէներգիայի արտադրության և բաշխման գնահատականները
2014թ.-ին գարուն-ամառ, աշուն – ձմեռ ժամանակահատվածների համար**

մլն կՎտժ		
2014 թ	Գարուն-ամառ	Աշուն-ձմեռ
Էլեկտրաէներգիայի արտադրություն	4900	6170
ԱԷԿ	895,7	1252,1
Որոտան	576,2	724,1
Սևան	451,1	657,7
Երևան	535,6	775,9
Հրազդան	468,4	681,9
ՓոքրՀԷԿ	289,77	405,08
ԲԷՑ	2974,6	4158,3
ՀԷՑ	3264,379	4563,354
Ներքին սպառում	2890	4040
Բնակչություն	1040,4	1454,4
Այլսպառողներ	1849,6	2585,6

Սեզոնային գնահատականների համար ևս կարելի է հաշվել էլեկտրաէներգիայի վաճառքի միջին կշռային սակագինը, որը ստացվում է 23,00 դրամ 1 կՎտ/ժ-ի դիմաց: Երկու մեթոդների միջոցով ստացված ցուցանիշների միջև շեղումը բավականին փոքր է:

Արդյունքում մեր կողմից առաջարկվում է դինամիկ մոդել, որտեղ կարելի է փոփոխել բնական գազի սակագինը, ընտրել եղանակը և ստանալ համակարգի համար էլեկտրաէներգիայի արդյունավետ հոսքը, որի դեպքում համակարգի ներսում կորուստները կլինեն նվազագույնը: Այս մոդելի առավելությունը կայանում է նրանում, որ դիտարկվող փոփոխականների տվյալների շարքի երկարությունը խոչընդոտներ չի առաջացնում մոդելը գնահատելիս, ինչպես նաև օգտագործվում են տրամաբանական տարրեր, որոնք հարմարեցնում են մոդելը ցանկացած իրավիճակին և երկրի շուկային: Մոդելը ենթադրում է, որ էլեկտրաէներգիայի սակագները չեն փոփոխվում, դիտարկվում են պահանջարկի տարբեր սցենարներ և դրանց համապատասխան գնահատվում է էլեկտրաէներգիայի արտադրության և բաշխման ծավալները:

Մատակարարման շղթայի հավասարակշռությունը որոշելիս պետք է դիտարկել նաև երկրի զարգացման միտումները, որոնք ուղղակիորեն անդրադառնում են տնտեսության հիմնական ճյուղերի վրա, մասնավորապես էներգետիկայի: Տնտեսության հետագա աճի տենդեցները գնահատելու համար հիմնվել ենք ՀՆԱ-ի կանխատեսումների վրա, որն էլ հիմք է հադիսացել էլեկտրաէներգիայի պահանջարկի սցենարներ գնահատելիս:

ՀՆԱ-ի կանխատեսումների հիմքում ընկած է ՀՀ կառավարության 2013-2015 թթ-ի միջնաժամկետ ծրագրի շրջանակներում ՀՆԱ-ի սպասումների մակարդակները[11, էջ 20]: Դիտարկվել է ՀՆԱ-ի կանխատեսումների երեք արժեքներ. ինչի համաձայն 2013 թվականին՝ 3,5%, 2015 թվականին՝ 4,5%, և 2020 թվականին՝ 6% աճ, որոնց համապատասխան գնահատվել է էլեկտրաէներգիայի պահանջարկը՝ 1,07%, 1,38% և 1,83%: ՀՀ կառավարության կողմից մշակված միջնաժամկետ ծախսերի ծրագրում սպասվում է էլեկտրաէներգիայի պահանջարկի 2% աճ, իսկ մեր կողմից ստացված գնահատականներն էլ կառավարության սպասումներից քիչ են շեղված:

Մեր կողմից առաջարկված սցենարների մշակման արդյունքները ներկայացված են Աղյուսակ 3.7-ում և Աղյուսակ 3.8-ում:

Աղյուսակ 3.7

Էլեկտրաէներգիայի արտադրության և բաշխման գնահատականները ՀՆԱ-ի կանխատեսումների համապատասխան

Տարի	ՀՆԱ (%)	Տարի	ՀՀ Էլեկտրա- էներգիայի պահանջարկը (%)	Էլեկտրա- էներգիայի արտադրություն (մլն կՎտժ)	Ներքին սպառում (մլն կՎտժ)	Արտաքին լարման ցանցերից (մլն կՎտժ)	Փոքր ՀէԿ- երից օգտակար սառքում (մլն կՎտժ)	Կորուստներ	
								Բարձր լարման ցանցերում (մլն կՎտժ)	Բաշխիչ ցանցերում (մլն կՎտժ)
2013	3.50	2014	1.07	7573.65	6441.10	6530.24	645.85	97.95	637.03
2015	4.50	2016	1.68	7594.28	6460.45	6549.85	647.79	98.25	638.95
2020	6.00	2021	2.74	7625.24	6489.47	6579.27	650.70	98.69	641.82

Էլեկտրաէներգիայի արտադրության և բաշխման գնահատականները ՀՆԱ-ի կանխարեւոյթների համապատասխան

Տարի	2013	2015	2020
ՀՆԱ (%)	3,50	4,50	6,00
Տարի	2014	2016	2021
Պահանջարկ(%)	1,07	1,38	1,83
Էլեկտրաէներգիայի արտադրություն (մլն կՎտժ)	7573,65	7594,28	7625,24
ԱԷԿ	1996,3	2002,3	2011,2
Որոտան	1165,6	1288,1	1157,9
Սևան	1044,9	1008,4	1058,3
Երևան	1233,4	1197,4	1248,1
Հրազդան	1083,6	1047,2	1097,2
ՓոքրՀԷԿ	645,85	647,79	650,69
ԲԷՑ	6629,7	6649,6	6679,5
ՀԷՑ	7275,535	7297,4	7330,2
Ներքին սպառում	6441,10	6549,85	6579,27
Բնակչություն	2318,8	2325,8	2336,2
Այլսպառողներ	4122,3	4134,7	4153,3

Համաձայն 3.22 բանաձևի տվյալ պահին գրանցված աճը իր ազդեցությունն է թողնում հաջորդ ժամանակահատվածի էլեկտրաէներգիայի պահանջարկի վրա, հետևաբար 2013 թվականին գրանցված 3.5 տոկոս աճը ըստ մոդելի 2014 թվականին կհասնի 1.07 տոկոս էլեկտրաէներգիայի պահանջարկի աճի: Համապատասխան ձևով փոփոխություններ տեղի կունենան 2015 և 2020 թվականներին:

Արդյունքում առաջարկված մոդելը կարելի է ընդլայնել ավելացնելով փոփոխականներ, որոնք առնչվում են շրջակա միջավայրի խնդիրներին, ռիսկերին, ինչպես նաև այլ ստոխաստիկ կոմպոնենտներ:

Եզրակացություն

Ատենախոսության շրջանակներում կատարված հետազոտությունների հիման վրա ստացված արդյունքները հետևյալն են.

1. ՀՀ էլեկտրաէներգետիկական համակարգի համար կառուցվել է մատակարարման շղթայի ցանցային մոդել, նկարագրվել է շուկայի մասնակիցների միջև փոխհարաբերությունները, որն իրենից ներկայացնում է էլեկտրաէներգետիկական շուկայի մոդելավորման, վերլուծության և համակարգման համար նոր մոտեցում,

2. արտադրող կայանների օպտիմալ վարքի նկարագրության արդյունքում որոշվել են Երևանի և Հրազդանի ԶԷԿ-երի համար միաժամանակյա արտադրության մակարդակները ամսական կտրվածքով, որի դեպքում վերջիններս ստանում են առավելագույն շահույթ,

3. մատակարարի օպտիմալ վարքի նկարագրության արդյունքում գնահատվել է ՀԷՑ-ի ծախսերի ֆունկցիան, որի արդյունքում ստացվել է ՀԷՑ-ի սահմանային ծախսը՝ 20,66 դրամ,

4. գնահատվել է տնտեսական աճի ազդեցությունը էլեկտրաէներգիայի սպառման վրա, համաձայն որի տվյալ պահի ՀՆԱ-ի 1% աճը հանգեցնում է հաջորդ ժամանակահատվածում էլեկտրաէներգիայի սպառման 0.3 % աճին,

5. գնահատվել է բնակչության կողմից էլեկտրաէներգիայի պահանջարկը հարաբերական գնից(միավոր կՎտժ էլեկտրաէներգիայի գնի հարաբերությունը մեկ մետր խորանարդ գազի գնին), ՀՆԱ-ի էլեկտրատարության և բնական գազի սպառումից կախված: Արդյունքում ստացվել է, որ էլեկտրաէներգիայի սպառման ընդանուր մասնաբաժնի աճը ՀՆԱ-ում բերում է բնակչության կողմից էլեկտրաէներգիայի սպառման աճին, իսկ գազի և էլեկտրաէներգիայի սպառման ծավալները փոփոխվում են միևնույն ուղղությամբ,

6. գնահատվել է արդյունաբերության ոլորտում էլեկտրաէներգիայի սպառման ֆունկցիան և ստացվել է, արտադրանքի 1% փոփոխությունը բերում է էլեկտրաէներգիայի սպառման 0,23 միավոր փոփոխության,

7. կիրառվել է ոչ հստակ ռեգրեսիոն վերլուծություն էլեկտրաէներգիայի սպառումը գնահատելու համար, որի արդյունքում ստացվել է էլեկտրաէներգիայի սպառման մակարդակը՝ կախված եղանակից (գարուն-ամառ, աշուն-ձմեռ) և ներմուծված գազի գնից,

8. ձևակերպվել են ՄՇ-ի հավասարակշռության պայմանները ՀՀ էլեկտրաէներգետիկ համակարգի համար: Որոշվել են էլեկտրաէներգիայի արտադրության և մատակարարման այն քանակները, որոնց դեպքում շղթայի գումարային կորուստները կլինեն նվազագույնը, ինչպես որոշակի, այնպես էլ անորոշ պահանջարկի դեպքում, որի արդյունքում էլ որոշվել է էլեկտրաէներգիայի վաճառքի միջին կշռային սակագինը ներքին շուկայում,

9. գնահատվել են տնտեսական աճի տարբեր մակարդակներին համապատասխան էլեկտրաէներգիայի պահանջարկի սցենարներ, և դրանց համապատասխան օպտիմալ արտադրության և բաշխման քանակները:

Ատենախոսության շրջանակներում կատարված հետազոտության արդյունքները համապատասխան կիրառություն կարող են ունենալ «էլեկտրաէներգետիկական համակարգի օպերատորի» ՓԲԸ-ի ամենամյա համակարգային պլանավորում ու կորորդինացում իրականացնելիս, ինչպես նաև ՀՀ կառավարության և ՀՀ էներգետիկայի և բնական պաշարների նախարարության հեռանկարային զարգացման ծրագրեր մշակելիս:

Առաջարկություններ

1. էլեկտրաէներգետիկական համակարգի ներկայացումը մատակարարման շղթայի միջոցով հնարավորություն կտա բացահայտելու էլեկտրաէներգիայի արտադրության և սպառման համաձայնությունները, երբ փոփոխվում է սպառողի պահանջարկը: Այն թույլ է տալիս հաշվարկել էլեկտրաէներգիայի հավասարակշիռ հոսքերը ցանցային մոդելում՝ մինիմացնելով համակարգի ընդհանուր կորուստները:

2. ՀՀ էներգետիկ համակարգի համար ՄՇ-ի միջոցով ներկայացումը հնարավորություն է տալիս վերլուծել շուկայի մասնակիցների վարքագիծը, ինչպես նաև կարգավորել ներհամակարգային փոխհարաբերությունները:

3. ՀՀ կառավարությունը էներգետիկ ոլորտում առաջնահերթ կարգավորում պահանջող խնդիրներից է համարում էլեկտրաէներգետիկական շուկայի

ազատականացումը, մրցակցային պայմանների խրախուսումը: Մատակարարման շղթայի վերը նկարագրված մոդելի կառուցվածքը թույլ է տալիս ներառել շատ թվով շուկայի մասնակիցներ և դրանով իսկ մրցակցային պայմաններ ստեղծել որոշում կայացնողների միջև, որն իր դրական ազդեցությունը կունանա էլեկտրաէներգիայի սակագների ձևավորման համար:

4. Ոչ հստակ բազմությունների տեսության կիրառումը էներգետիկայի ոլորտում թույլ է տալիս գնահատել էլեկտրաէներգիայի պահանջարկը անորոշության պայմաններում, երբ բացակայում են տվյալների պատմական շարքերը:

5. Ուսումնասիրությունների արդյունքում պարզվել է, որ ՀՀ բնակչության էլեկտրաէներգիայի վրա ծախսերի բաժնի աճը ամենաբարձրը աղքատների մոտ է 13,6%, որը տվյալ երկրի համար համարվում է էներգետիկ աղքատություն [տես 19, էջ 33]: Առաջարկվում է երկսակագնային համակարգի ներդրում է, որտեղ խնդիրը ոչ թե սոցիալական բարեկեցության մակարդակի մաքսիմացումն, այլ բնակչության առավել անբարենպաստ խմբերի սոցիալական պաշտպանությունն է: Ներդնել արտոնյալ սակագներ էլեկտրաէներգիայի սպառման որոշակի մակարդակի համար, որը կարող է նպաստել էներգախնայողությանը:

6. Փոքր հիդրոէլեկտրակայանների կառուցումը տնտեսապես արդյունավետ է համարվում վերականգնվող էներգետիկայի ոլորտում, սակայն այն առաջացնում է բնապահպանական խնդիրներ: Վերջին տարկներին մեծացել է գետերի էկոլոգիական ծանրաբեռնվածությունը և նրանց մի մասը գտնվում են աղետալի վիճակում: Առաջարկվում է վերանայել փոքր ՀԷԿ-երի լիցենզիաների տրամադրման հայեցակարգը, նախապես գնահատել տվյալ գետի համար թույլատրելի լիցենզիաների քանակը՝ համապատասխան հզորություն ունեցող ՀԷԿ-երի համար:

Օգտագործված գրականության ցանկ

1. Առաքելյան Ա. «Ջերմաէլեկտրակայաններում ներկայանային էլեկտրական բեռնվածքի լավարկային բաշխումն՝ ցածր պոտենցիալային մասերի արդյունավետության ցուցանիշների ներառմամբ» սեղմագիր, Երևան, 2014, 25 էջ
2. Բալաբախյան Ա., Կոչնակյան Ա., Սարգսյան Գ., Հենքինսոն Դ., Պիերս Լ., ՀՀ էներգետիկ ոլորտի ուսումնասիրություն «Բարդ որոշումներ՝ դժվարին երկրնտրանքներ էներգետիկ ոլորտում», Հոկտեմբեր 2011, 123 էջ
3. Երկրորդ սակագնային համակարգում էլեկտրաէներգիայի (հզորության) առավաճառքի պայմանագրային հզորությունների սահմանման սկզբունքները, ՀՀ էներգետիկայի կարգավորող հանձնաժողովի 2003 թվականի հունվարի 13-ի N 1-Ն որոշմամբ հաստատված, Հավելված N 8
4. Էլեկտրաէներգետիկական համակարգի օպերատորի եվ էլեկտրաէներգետիկական համակարգի լիցենզավորված այլ անձանց փոխհարաբերությունների կարգը հաստատելու մասին, 2004 թվականի 16 նոյեմբերի N 147-Ն որոշմամբ
5. Էլեկտրաէներգիայի ազգային ցանց առաքման 1998 թ. Քվտաների սահմանման մասին որոշում, 28 օգոստոսի 1998 թվականի N38 քաղաք Երևան
6. Էլեկտրական էներգիա արտադրող ընկերությունների կողմից առաքված էլեկտրական էներգիայի (հզորության) սակագների հաշվարկման մեթոդաբանություն, ՀՀ ՀԾԿՀ 2005 թվականի սեպտեմբերի 16-ի N 125-Ն որոշման հավելված
7. Էլեկտրական էներգիայի մատակարարման և օգտագործման կանոններ, ՀՀ հանրային ծառայությունները կարգավորող հանձնաժողովի 2006 թ.-ի դեկտեմբերի 27-ի N 358-Ն որոշման Հավելված
8. Էներգետիկայի մասին ՀՀ օրենք, Ընդունվել է 07.03.2001
9. Խաչատրյալ Հ. «Մատակարարման ցանցերի մոդելավորման հիմնախնդիրները» սեղմագիր, Երևան, 2012թ, 24 էջ
10. Կայուն զարգացման ծրագիր ՀՀ կառավարության 2008 թ., հոկտեմբեր 30-ի N1207-Ն որոշման հավելված, 312 էջ:
11. Հայաստանի Հանրապետության 2013-2015ԹԹ. պետական միջնաժամկետ ծախսերի ծրագիր, ՀՀ կառավարության 2012 թվականի հունիսի 14-ի N 740 -Ն որոշման Հավելված, 497 էջ
12. Հայաստանի Հանրապետության 2014-2016 թթ. պետական միջնաժամկետ ծախսերի ծրագիր, 2013թ, 565 էջ
13. Հայաստանի Հանրապետության կառավարության 2014 թվականի ապրիլի 23-ի N 432-Ա որոշման մեջ փոփոխություն կատարելու մասին որոշում, 14 օգոստոս, 2014թ
14. ՀՀ էներգախյանողության և վերականգնվող էներգետիկայի ազգային ծրագրի կատարմանն ուղղված հայաստանի հանրապետության կառավարության գործողությունների ծրագիր, 2010թ. նոյեմբերի 4-ի նիստի N 43 արձանագրային որոշման
15. ՀՀ էներգետիկ անվտանգության ապահովման հայեցակարգ Հավելված ՀՀ կառավարության 2011թ. դեկտեմբերի 22-ի նիստի N 50 արձանագրային որոշման, 39 էջ
16. ՀՀ հանրային ծառայությունները կարգավորող հանձնաժողովի 2012 թվականի գործունեության հաշվետվություն, 2013թ ապրիլի 13-ի N 111 Լ որոշմամբ, հավելված, 24 էջ
17. ՀՀ-ի վերականգնվող էներգիայի ընդլայնման ծրագիր, հունիս 2014թ, 188 էջ
18. Սեվան Հրազդան կասկադի վերականգնման ծրագրի բնապահպանական եվ սոցիալական կառավարման պլան Նոյեմբեր, 2013, 52 էջ
19. Վերականգնվող էներգետիկայի ըդլայնումը ցածր եկամտային երկրներում ՎԷԸԾ Ներդրումային պլանի նախապատրաստում, օգոստոս 19, 2013թ., 124 էջ
20. «ՀՀ էներգախնայողության և վերականգնվող էներգիայի ազգային ծրագիր» ՀՀ կառավարության 2007 թվականի հունվարի 18-ի N 2 արձանագրային որոշման հավելված 1-3, 55 էջ
21. Армения Международный Центр Человеческого Развития, Азербайджан Ассоциация Организационного и Технического Развития, Грузия Институт Стратегических Исследований «Пути эффективной интеграции энергосистем стран Южного Кавказа» Баку - Ереван - Тбилиси, Ереван, 2004, 340 стр

22. Григорьевна П. С., Плачков И. В. "Электроэнергетика и охрана окружающей среды. Функционирование энергетики в современном мире" <http://energetika.in.ua/ru/books/book-5/part-4/section-3>
23. Уотерс Д. "Логистика. Управление цепью поставок", М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2003, 503 стр
24. Чигах, С. О. "Применение рыночных механизмов в энергетике" Национальная экономика Республики Беларусь: проблемы и перспективы развития : материалы VIII Междунар. науч.-практ. конф. студентов (Минск, 15—16 апр. 2015 г.). — Минск : БГЭУ, 2015, стр. 2
25. Электрические сети Армении. ГОДОВОЙ ОТЧЕТ по результатам работы за 2014 год, 80 стр.
26. Angerhofer Bernhard J. & Angelides Marios C "System Dynamics Modelling In Supply Chain Management: Research Review "Society for Computer Simulation International San Diego, CA, USA, 2000, pp. 342-351
27. Ayers James B., "Supply Chain Project Management: A Structured Collaborative and Measurable Approach, Second Edition" Taylor and Francis Group, LLC, 2010, 400 pages
28. Ayers, J. B. "Handbook of Supply Chain Management". Boca Raton. Fla.: The St. Lucie Press/APICS, 2001, 488 pages
29. Beamon, B. Supply Chain design and analysis: Models and methods. International Journal of Production Economics Volume 55, Issue 3, 15 August 1998, pages 281-294
30. Belyaev Lev S. "Electricity Market Reforms" Economics and Policy Challenges, Springer New York Dordrecht Heidelberg London, 2011. pp 51-59
31. Bhattacharyya Subhes C. "Energy Economics Concepts, Issues, Markets and Governance, Springer London Dordrecht Heidelberg New York, 2011, 645 pages
32. Bjerreskov Dinitzen H., Bohibro D., "Value-Added Logistics in Supply Chain Management" The authors and Academica, Copenhagen 2010, 255 pages
33. Boucher J. and Smeers Y., "Alternative Models of Restructured Electricity Systems Part 1: No Market Power". Operations Research Volume 49, Issue 6, December 1, 2001, pp. 821-838
34. Bozarth C., Handfield R.B. Introduction to Operations and Supply Chain Management. Prentice Hall – 2007, 2nd edition, 600 pages,
35. Bratić D., "Achieving a Competitive Advantage by SCM" IBIMA Business Review Journal 06/2011, 13 pages
36. Brewer A. M. "Handbook of Logistics and Supply Chain Management" Printed and bound in Great Britain, Third Edition, 2008, 578 pages
37. Charfeddine Souhir, Zbidi Karim, Mora-Camino Felix "Fuzzy Regression Analysis using Trapezoidal Fuzzy Numbers" 2005, , pp 1213-1218
38. Chen S., H., Wang S., T., Chang S., M., "Optimization of Fuzzy Production Inventory Model with Repairable Defective Products Under Crisp of Fuzzy Production Quantity". International Journal of Operations Research Vol. 2, No.2, 2005, pp. 31-37.
39. Chen T. & Wang M. J., "Forecasting methods using fuzzy concepts", Fuzzy sets and systems. 105, 1999, pp. 339-352.
40. Chen Y. H., and Hobbs B. F., An oligopolistic electricity market model with tradable NOx permits, IEEE Transactions Power Systems 20, 2005, pp 119-129.
41. Chopra, S., & Meindl, P., "Supply chain management: Strategy, planning and operation" Upper Saddle River, NJ: Prentice-Hall., 2001, 522 pages
42. Christopher, M., Logistics and Supply chain management, Creating Value-Adding Networks, Third edition published in Great Britain 2005, 305 pages
43. Computerworld "Supply chain management". 2001, [Online] Available: <http://www.computerworld.com/article/2586861/enterprise-resource-planning/supply-chain-management.html>
44. Conejo A. J., Carrión M., Morales J. M. "Decision Making Under Uncertainty in Electricity Markets" Springer New York Dordrecht Heidelberg London, 2010, 539 pages
45. Cooper, M.C.; Ellram, L.M.; Gardner, J. & Hanks, A. (1997), "Meshing Multiple Alliances", Journal of Business Logistics Vol.18 no.1, 1997, pp. 67-89,

46. Council of Supply Chain Management Professionals. "Supply Chain Management terms and glossary [Online] August 2013.
47. Cousins P., Spekman R., "Strategic supply and the management of inter- and intra-organizational relationship" *Journal of Purchasing and Supply Management*, Volume 9, Issue 1, January 2003, pp. 19-29
48. Cox A., Ireland P., Lonsdale C., Sanderson J., Watson G., "Supply Chain Management" A guide to best practice. First published in Great Britain in 2003, 120 £2.
49. Croom S., Romano P., Giannakis M., "Supply chain management: an analytical framework for critical literature review" *European Journal of Purchasing & Supply Management* 6 (2000), pp. 67-83
50. Daxhelet O. and Smeers Y., "Variational Inequality Models of Restructured Electric Systems," in *Applications and Algorithms of Complementarity*, M. C. Ferris, O. L. Mangasarian, and J. S. Pang, Editors, K1
51. Demeter K., Gelei A.: Supply chain management framework: dimensions and development stages in: One world? One view of OM? *Proceedings of the 10th EurOMA Annual Conference*, 2003, Vol. II, p. 15-24
52. Deng S., Johnson B., and Sogomonian A., "Exotic electricity options and the valuation of electricity generation and transmission assets", *Decision Support Systems* Volume 30 Issue 3, Jan. 2001, pp. 383-392
53. Drucker, P. F. (1998). Management's new paradigms. *Forbes*, October, pp. 152-177.
54. Dyer JH., Cho DS., Chu W 1998. Strategic supplier segmentation: The next best practice in supply chain management. *California Management Review* 40(2) pp.57-77.
55. Emberson C., Supply Chain Management Integrated Research Sub-Project (IRSP) I – The Role of Technology Companies in Promoting Surveillance Internationally. Annotated Bibliography III, April 2009, pp 1-9
56. Emery G. W., and Liu Q., "An analysis of the relationship between electricity and natural Gas futures prices". *The Journal of Futures Markets*, Vol. 22, No. 2, 2002, pp. 95-122.
57. Energy Information Administration "Annual Energy Review 2000", August 8, 2001, DOE/EIA-0384(00), Washington, DC, 379 pages. <http://www.eia.gov/totalenergy/data/annual/archive/038400.pdf>
58. Felea M., Albăstroiu I., "Defining the Concept of Supply Chain Management and its Relevance to Romanian Academics and Practitioners" *Amfiteatru Economic*, Vol. XV • No. 33 • February 2013, pp 74-88.
59. Ganeshan, R., & Harrison Terry P. "An. Introduction to Supply Chain Management". Department of Management Sciences and Information Systems University Park, PA 16802 U.S.A, 1995/5, pp. 1- 8, <http://mason.wm.edu/f>
60. George W. Brown Value Chains, Value Streams, Value Nets & Value Delivery Chains, *BPTrends* April 2009, pp. 1-12
61. Gimenez C., "Supply Chain Management Implementation In The Spanish Grocery Sector: An Exploratory Study", *International Journal of Integrated Supply Management*, Vol 1, Issue 1, 2004, pp. 98-114
62. Griffin J. M., and Puller S. L., *Electricity deregulation: choices and challenges*, University of Chicago Press, Chicago, Illinois, 2005. 416 pages,
63. Heckert, J.B., Miner, R.B., *Distribution Costs*, The Ronald Press Company, NY, 2nd edition, 1953, 386 pages
64. Hines T., "Supply Chain Strategies. Customer-driven and customer-focused", Great Britain, 2004, 395 pages
65. Hines P., Samuel D., "The development of Supply Chain relationship: A Multi-Lens Approach" Cardiff, CF103EU, December 2003, 143 pages
66. Hogan W., A market power model with strategic interaction in electricity networks, *The Energy Journal* 18, 1997, pp. 107-141, <http://www.ksg.harvard.edu/fs/whogan/hiid797b.pdf>
67. Hsieh C. "Optimization of Fuzzy Inventory Models under Fuzzy Demand and Fuzzy Lead Time". *Tamsui Oxford Journal of Management Sciences*, Vol. 20, No. 2, 2004, pp. 21-36
68. Huntington H. G., and Schuler G. E., "North American natural gas market: summary of an

energy modeling forum study”, The Energy Journal Vol. 11, No. 2, April 1990, pp. 1-21.

69. Jing-Yuan, W. and Smeers Y., “Spatial Oligopolistic Electricity Models with Cournot Generators and Regulated Transmission Prices,” *Inst Operations Research Management Sciences (Linthicum Hts)*, 1999, pp. 102-111

70. Johnson, G. A., & Malucci, L. “Shift to supply chain reflects more strategic approach”. *APICS The Performance Advantage*, October 1999, pp. 28-31.

71. Kazemi N., Ehsani E., Jaber M.Y., “An inventory model with backorders with fuzzy parameters and decision variables” *International Journal of Approximate Reasoning* 51, 2010, pp. 964-972

72. Keane R. H., Herbohn J. S., Geoff, Theoretical background of supply chain management and potential supply chain of North Queensland timber industry, Cairns, Qld, Australia, 2004, pp. 23-38

73. Keane, R.H., Herbohn, J.L. and Slaughter, G “Theoretical Background of Supply Chain Management and Potential Supply Chain of North Queensland Timber Industry”, *Marketing of Farm-grown Timber in Tropical North Queensland*, Cooperative Research Centre for Tropical Rainforest Ecology and Management, Cairns, 2004, pp.23-37

74. Kopczak L. R. 1997. Logistics Partnership and Supply Chain Restructuring: Survey Results from the U.S. Computer Industry. *Production and Operations Management*, 6(3) pp. 226-247.

75. Koul S., “Drivers for Sustainable Green Supply Chain – case of the Indian automobile industry” *Jindal Global Business School, India*, Proceedings of 2013 International Conference on Technology Innovation and Industrial Management, 29-31 May 2013, Phuket, Thailand, S6 pp.210-223

76. Kurant M. and Thiran P., “Layered Complex Networks” *Physical Review Letters*. PRL 96, 138701, 2006, pp. 138701-1-4

77. Lambert, D. M., & Cooper, M. C. (2000). Issues in supply chain management. *Industrial Marketing Management*, 29, 65-83

78. Lambert, D. M., Cooper, M. C., & Pagh, J. D. (1998). Supply chain management: Implementation issues and research opportunities. *The International Journal of Logistics Management*, 9 (2), 1-19.

79. Lamming R., Johnsen T., Zheng J. and Harland C., “An initial classification of supply networks” *International Journal of Operations & Production Management*, Vol. 20 No. 6, 2000, pp. 675-691

80. Langley, C., Coyle, J., Gibson, B., Novack, R., & Bardi, E. *Managing Supply Chains: A Logistics Approach*. 9th Edition, Florence, United States South-Western Cengage Learning, 2012, 720 pages

81. Lee H., Billington C 1992. Managing Supply Chain Inventory: Pitfalls and Opportunities. *Sloan Management Review* 33(3) pp. 65-73

82. Lee H., Billington C., “Managing Supply Chain Inventory: Pitfalls and Opportunities.” *Sloan Management Review* 33(3), 1992, pp. 65-73

83. Lee Hau L., & Corey Billington. (1995). The Evolution of Supply-Chain-Management Models and Practice at Hewlett-Packard. *Interfaces*, 25(5), pp. 42-63.

84. Lee, H. L. & Billington, C. “Material management in decentralized supply chains”. *Operations Research*, 41(5), 1993, pp. 835-847

85. Lewis JC., Naim MM., Towill DR. 1997. An integrated approach to re-engineering material and logistics control. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management* 27(3) pp. 197-209.

86. Liu Z., Nagurney A., “An Integrated Electric Power Supply Chain and Fuel Market Network Framework: Theoretic Modeling with Empirical Analysis for New England” *Wiley Periodicals, Inc. Naval Research Logistics* 56, July 2009, pp. 600-624.

87. Mahata G. C, Goswami A. and Gupta D. K., “A Joint Economic-Lot-Size Model For Purchaser and Vendor in Fuzzy Sense” .*Computers and Mathematics with Applications* 50, 2005, pp. 1767 -1790

88. Maqsood, T and Akintoye, A (2002) Supply chain management: more than a new name for management of relationships. In: Greenwood, D (Ed.), Proceedings 18th Annual ARCOM Conference, 2-4 September 2002, Northumbria, UK. Association of Researchers in Construction Management, Vol. 2, 749-758.

89. Matsypura D., Nagurney A. , and Liu Z., “Modeling of electric power supply chain networks with fuel suppliers via variational inequalities”, *International Journal of Emerging Electric Power Systems*,

90. Mentzer, J., DeWitt, W. D., Keebler, J., Min, S., Nix, N., Smith, D., & Zacharia, Z.. Defining Supply Chain (SC) management. *Journal of Business Logistics*, 22(2). Autumn 2001, pages 1–25,
91. Midler, J. L. (1969). "A stochastic multiperiod multimode transportation model" Memorandum Rm-5250-PR, California, July 1967, 32 pages
92. Mogilenko A.V., Manusov V.Z., Evaluation and estimation of electric power consumption using fuzzy regression analysis, Novosibirsk. Russia, 2003, 4 page
<https://www.vde.com/de/fg/ETG/Archiv/Aktuelles/Document>
93. Munson C. , Rosenblatt M. Theories and realities of quantity discounts: An exploratory study *Production and Operations*, 1998, (4): pp 352–369
94. Naaz S., Alam A., Biswas R., "Effect of different defuzzification methods in a fuzzy based load balancing application" *JCSI International Journal of Computer Science Issues*, Vol. 8, Issue 5, September 20, pp.261-267
95. Nagurney A. and Dong J., "Supernetworks: Decision-Making for the Information Age". Edward Elgar Publishing 2002, 341 pages.
96. Nagurney A., and Matsypura D., "A supply chain network perspective for electric power generation, supply, transmission, and consumption," *Advances in computational economics, finance and management science*, E. J. Kontoghiorghes, and C. Gatu (Editors), Springer, Berlin, Germany, 2006, pp. 3-27; appears in abbreviated and condensed form in: *Proceedings of the International Conference in Computing, Communications and Control Technologies*, Austin, Texas, Volume VI, 2004, pp. 127-134.
97. Nagurney A. "Variational Inequalities" Isenberg School of Management University of Massachusetts Amherst, MA 01003 , 2002, pp. 4-9
98. Nagurney A. Qiang Q., "Fragile Networks: Identifying Vulnerabilities and Synergies in an Uncertain World" New Jersey, July 2009, 313 pages
99. Nassimbeni G. "Network structures and co-ordination mechanisms: A taxonomy." *International Journal of Operations & Production Management* 18(6), 1998, pp.538-554 .
100. Neuhoﬀ K., Barquin J., Boots M. G., A. Ahrenmann, B. F. Hobbs, F. A. M. Rijkers and M. Vasquez, "Network-constrained models of liberalized electricity markets: The devil is in the details". *Energy Economics* Volume:27, Number:3, May 2005, pages 495-525
101. Routledge B., Spatt C. and Seppi D., "The spark spread: An equilibrium model of the cross-commodity price relationships in electricity", The working paper, Tepper School of Business, Carnegie Mellon University, 5-2001, pages 40.
102. Sako M. "Prices, Quality and Trust: Interfirm Relations in Britain and Japan ", Cambridge: Cambridge University Press, April 2008 , 288 pages
103. Shapiro JF "Challenges of strategic supply chain planning and modeling" *Computers and Chemical Engineering* 28 (2004) pp. 855–861
104. Shin H, Benton WC, "A quantity discount approach to supply chain coordination" *European Journal of Operational Research* 180, 2007, pp. 601–616
105. Sinha S & Sarmah S, "An application of fuzzy set theory for supply chain coordination" ISSN 1750-9653, England, UK *International Journal of Management Science and Engineering Management* Vol 3 (2008) No. 1, pp. 19-32
106. SORAK, M & DRAGIC, M *Supply Chain Management Of Small And Medium-Sized Enterprises*, DAAAM INTERNATIONAL SCIENTIFIC BOOK 2013 pp 951-968
107. Stock James R, Boyer Stefanie L, Harmon Tracy, *Research opportunities in supply chain management J of the Acad Mark Sci* (2010) 38:32–41
108. Sturgeon TJ, Lee Ji-Ren, "Industry Co-Evolution and the Rise of a Shared Supply-Base for Electronics Manufacturing" *MIT Industrial Performance Center (IPC)* 2001, 26 pages
109. Sucky E, "Inventory management in supply chains: A bargaining problem" *Int J Production Economics* 93–94, 2005, pp 253–262
110. Swaminathan JM & Tayur S R "Managing Broader Product Lines through Delayed Differentiation Using Vanilla Boxes" Vol 44, No 12, Part 2 of 2, December 1998, pp S161-S172
111. Takriti, S, Krasenbrink, B and L S-Y Wu, "Incorporating Fuel Constraints and Electricity Spot

- Prices into the Stochastic Unit Commitment Problem,” *Operations Research* Vol48, Issue 2, April 1 2000, pp. 268-280
112. Tan K C, “A framework of supply chain management literature” *European Journal of Purchasing & Supply Management* 7 (2001) pp. 39-48
113. Tanaka H, Uejima S and Asai “Linear regression analysis with fuzzy model”, *IEEE Transactions Systems, Man and Cybernetics* 12 (1982) pp. 903-907
114. Tapiero, C S, & Soliman, M A “Multi-commodities transportation schedules over time” 1972 *Networks*, 2, pp. 311-327
115. The Energy Research Institute of the Russian Academy of Sciences (ERI RAS) and the The Analytical Center for the Government of the Russian Federation (ACRF) “GLOBAL AND RUSSIAN ENERGY OUTLOOK TO 2040”,
116. Thorelli H. B., “Networks: Between Markets and Hierarchies” *Strategic Management Journal* 7(1),1986, pp. 37-51
117. Trkman P, GroznikA, Measurement of Supply Chain Integration Benefits, *Interdisciplinary Journal of Information, Knowledge, and Management* Volume 1, 2006, pp.37-45
118. Vijayan T, Kumaran M” Fuzzy economic order time models with random demand” *International Journal of Approximate Reasoning* 50,2009, pp 529–540
119. Wang X, Tang W, Zhao R, “Fuzzy Economic Order Quantity Inventory Models Without Backordering”, *Tsinghua Science and Technology*, Vol12, N: 1, February 2007 , ISSN 1007-0214 14/17 pp 91-96
120. Waters Donald, *Global Logistics and Distribution Planning Strategies for Management: Third Edition*, CRC Press; Rev Ed edition (27 April 1999), 416 pages
121. Wu K. ,Nagurney A., Liu Z., and Stranlund J., “Modeling generator power plant portfolios and pollution taxes in electric power supply chain networks: A transportation network equilibrium transformation”, *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, Vol. 11, Issue 3, May 2006, pp. 171-190.
122. Weron, R, “Modeling and forecasting electricity loads and prices : a statistical approach”, Wiley; 1 edition, December 15, 2006, 192 pages
123. Zadeh A "Fuzzy Sets" *Information and control* 8, Department of Electrical Engineering Research Laboratory, University of California, Berkeley, California, 1965, pp 338-353
124. Zhou Y, Li Dong-Hui, “Coordinating order quantity decisions in the supply chain contract under random demand” *China, Applied Mathematical Modelling* 31, 2007, pp 1029–1038
125. <http://www.anppam/>
126. <http://archive-am.com/>
127. <http://www.arlis.am/DocumentView.aspx?DocID=80279>
128. <http://www.arlis.am/DocumentView.aspx?docid=84112>
129. <http://www.armstat.am/am/?nid=82>
130. <https://www.e-gov.am/>
131. <http://dataworldbank.org/country>
132. <http://www.minenergy.am/structures/view/structure/121>
133. <http://www.psrc.am/am/>
134. <http://www.psrc.am/am/?nid=102&id=2089>
135. <http://www.r2e2.am>

Հավելված 1

Ոչ հստակ բազմություններ

Սահմանում 1[123]: X բազմության x տարրերի կարգավորված զույգերից կազմված A բազմությունը կոչվում է ոչ հստակ բազմություն, եթե

$$A = \{(x, \mu_A(x)) | x \in X\}$$

Որտեղ $\mu_A(x)$ -ը պատկանելության ֆունկցիան է, որը ցույց է տալիս, թե x տարրի պատկանելության աստիճանը A բազմությանը: Երբ պատկանելության ֆունկցիան ընդունում է 1 արժեք, ապա ասում ենք, որ տարրը պատկանում է նշված բազմությանը, և 0՝ հակառակ դեպքում:

Սահմանում 2: Եթե A ոչ հստակ բազմությունը սահմանված է X -ի վրա, ապա ցանկացած $\alpha \in [0,1]$ -ի համար A -ի α հատումը ներկայացվում է հետևյալ որոշված բազմության միջոցով.

$$\text{Խիստ } \alpha \text{ հատումը } \alpha\text{-cuts}^A = \{x \in X | \mu_A(x) > \alpha\}; \alpha \in [0, 1].$$

$$\text{Թույլ } \alpha \text{ հատումը } \alpha\text{-cuts}^A = \{x \in X | \mu_A(x) \geq \alpha\}; \alpha \in [0, 1].$$

Այստեղից կարող ենք ասել, որ ոչ հստակ բազմությունը հնարավոր է ներկայացնել ինչպես որոշված բազմությունների համախումբ, որտեղ բոլոր մասնակիցները ունեն պատկանելության արժեք, որը մեծ է կամ հավասար α -ից: α հատում կոնցեպցիան ոչ հստակ բազմության տեսության հիմնական հասկացություններից է: Այստեղ մենք սահմանում ենք անորոշ բազմության համար աջակցում և բարձրություն α հատման սահմաններում:

Սահմանում 3: A ոչ հստակ բազմության աջակցումը որոշված բազմություն է ներկայացված սուպրեմումի միջոցով այնպես, որ ցանկացած $\{x \in X | \mu_A(x) > 0\}$, այսինքն ոչ հստակ բազմության աջակցումը բազմություն է կազմված բոլոր անդամներից խիստ α հատումով, որտեղ $\alpha = 0$.

Սահմանում 4: Ոչ հստակ բազմության բարձրությունը $h\{A(x) | x \in X\}$ պատկանելիության ֆունկցիայի՝ $\mu(x)$, մաքսիմում արժեքն է, այնպես որ $\alpha A = \{x \in X | \mu_A(x) \geq \alpha\}$ and $0 \leq \alpha$:

Ոչ հստակ բազմությունը անվանում ենք նորմալ, եթե $\text{Max } \{\mu_A(x)\} = 1$, հակառակ դեպքում անվանում ենք սաբ-նորմալ:

Հանրահաշվական գործողություններ: Ոչ հստակ բազմությունների համար հանրահաշվական գործողություններ սահմանում ենք α հայրման սահմաններում: Ենթադրենք A և B -ն ոչ հստակ բազմություններ են, իսկ $*$ –ով նշանակում ենք ցանկացած չորրորդ հանրահաշվական գործողությունը $(+, -, \cdot, /)$,

$Z = (A * B)$ ոչ հստակ բազմություն է և $Z \in R$, և սահմանվում է ինչպես^a $(A * B) = \alpha A * \alpha B$, ցանկացած $\alpha \in [0, 1]$ -ի համար:

$$\mu_{A \cap B}(x) = \min(\mu_A(x), \mu_B(x)).$$

$$\mu_{AB}(x) = \mu_A(x)\mu_B(x)$$

$$\mu_{A \cup B}(x) = \max(\mu_A(x), \mu_B(x)).$$

$$\mu_{A+B}(x) = \mu_A(x) + \mu_B(x) - \mu_A(x)\mu_B(x)$$

$$\mu_{\overline{A}}(x) = 1 - \mu_A(x),$$

Սահմանում 5: Ոչ հստակ բազմության որոշված արժեքի դեֆազիֆիկացիայի համար, ծանրության կենտրոնը կամ մոմենտների եղանակը ամենից հայտնի և արդյունավետ մոտեցումն է, որի դեպքում $\tilde{A}(x)$ վերածվում է որոշակի արժեքի հետևյալ գործողության միջոցով.

$$A = defuzz(\tilde{A}) = \frac{\int_R A \mu_{\tilde{A}}(x) dx}{\int_R \mu_{\tilde{A}}(x) dx}$$

Հավելված 2

Վարիացիոն անհավասարություններ

Սահմանում 1.[97] Վերջավոր վարիացիոն անհավասարությունը $VI(F,K)$ որոշում է $x^* \in K \subset R^n$ վեկտոր այնպես, որի համար տեղի ունի հետյալ առնչությունը.

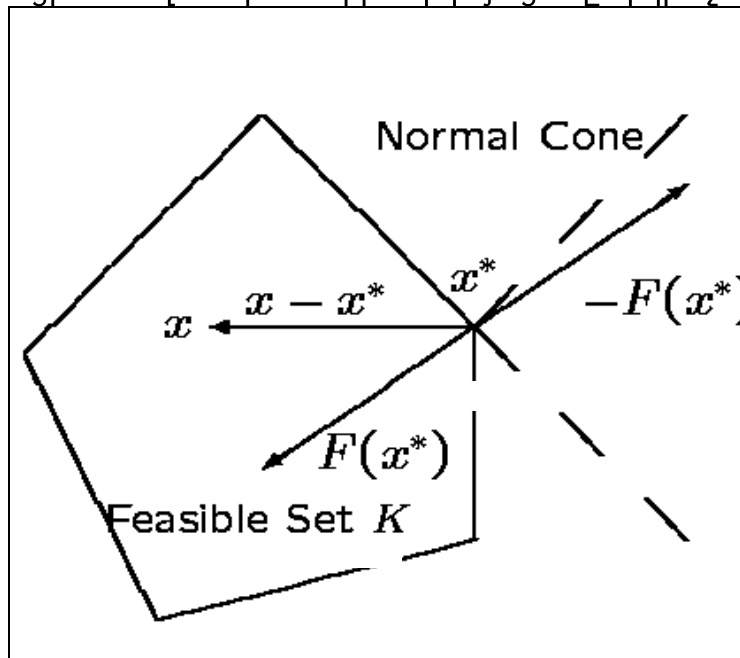
$$F(x^*)^T \cdot (x - x^*) \geq 0, \forall x \in K,$$

Կամ համարժեք է

$$\langle F(x^*)^T, x - x^* \rangle \geq 0, \forall x \in K, \quad (1)$$

որտեղ F -ը K –ում սահմանված անընդհատ ֆունկցիա է R^n -ից , K -ն փակ ուռուցիկ բազմություն է , իսկ $\langle \cdot, \cdot \rangle$ -ն շանակված է n չափանի էվկլիդեսյան տարածությունում արտադրյալը

Վարիացիոն հավասարումների ներկայացումը երկրաչափորեն



Հավասարումների համակարգ

Դասական տնտեսագիտական հավասարակշռության որոշման մի շարք խնդիրներ են կայացվում է հավասարումների համակարգի միջոցով: Վարիացիոն անհասարկությունների միջոցով հավասարումների համակարգի կառուցումը ներկայացված է ստորև:

Պնդում 1. Ենթադրենք $K=R^n$ և $F : R^n \rightarrow R^n$ տրված ֆունկցիա է: $x^* \in R^n$ վեկտորը հանդիսանում է $VI(F,R^n)$ լուծումը այն և միայն այն դպքում, երբ $F(x^*)=0$:

Ապացույց: Եթե $F(x^*)=0$, ապա (1) անհավասարությունը հանդես է գալիս որպես հավասարություն: Եվ հակառակը, եթե x^* բավարարում է (1) -ին, ապա $x=x^*-F(x^*)$, որը նշանակում է , որտեղի ունի հետևյալը.

$$F(x^*)^T \cdot (-F(x^*)) \geq 0 \quad \text{կամ} \quad -\|F(x^*)\|^2 \geq 0 \quad (2)$$

և հետևաբար $F(x^*)=0$:

Նշենք, որ հավասարումների համակարգը բացառում է այն անհավասարությունները, որոնք ներկայացվում են որոշակի փոփոխականների բացասական ենթադրությունների համար, օրինակ գնի համար:

Պնդում 2. Օպտիմացման խնդիրները կարելի է ներկայացնել վարիացիոն անհավասարությունների միջոցով: Ենթադրենք x^* -ը օպտիմացման խնդրի լուծումն է .

$$\text{Minimize } f(x), \quad (3)$$

երբ $x \in K$ որտեղ f -ը անընդհատ դիֆերենցելի է, իսկ K -ն փակ է և ուռուցիկ: Այդ դեպքում վարիացիոն անհավասարման լուծումն է.

$$\nabla f(x^*)^T \cdot (x - x^*) \geq 0, \forall x \in K \quad (4)$$

Ապացույց: Ենթադրենք $\phi(t) = f(x^* + t(x - x^*))$, $t \in [0,1]$ -ի համար: Երբ $\phi(t)$ ֆունկցիան հասնի իր մինիմալ արժեքին $t=0$, $0 \leq \phi'(0) = \nabla f(x^*)^T \cdot (x - x^*)$, ապա այդ դեպքում x^* -ը կհանդիսանա (4)-ի լուծում:

Պնդում 3. Եթե $f(x)$ -ը ուռուցիկ ֆունկցիա է և x^* -ը $VI(\nabla f, K)$ հավասարման լուծումն է, ապա x^* -ը հանդիսանում է (3) օպտիմացման խնդրի լուծումը ևս:

Ապացույց: Քանի որ $f(x)$ -ը ուռուցիկ է , հետևաբար տեղի ունի հետևյալը

$$f(x) \geq f(x^*) + \nabla f(x^*)^T \cdot (x - x^*) \quad \forall x \in K \quad (5)$$

$\nabla f(x^*)^T \cdot (x - x^*) \geq 0$ պայմանը տեղի ունի, երբ x^* -ը հանդիսանում է $VI(\nabla f, K)$ -ի լուծումը: Այնուամենայնիվ (5) -ից հետևում է, որ

$$f(x) \geq f(x^*) \quad \forall x \in K$$

այսինքն x^* -ը հանսիսանում է մաթեմատիկական ծրագրման (3) խնդրի մինիմալ արժեքը: Եթե թույլատրելի բազմությունը $K=\mathbb{R}^n$, ապա ոչ պայմանական օպտիմացման խնդիրը հանդիսանում է վարիացիոնան հավասարություն

Հավելված 3

Աղյուսակ 2.1.

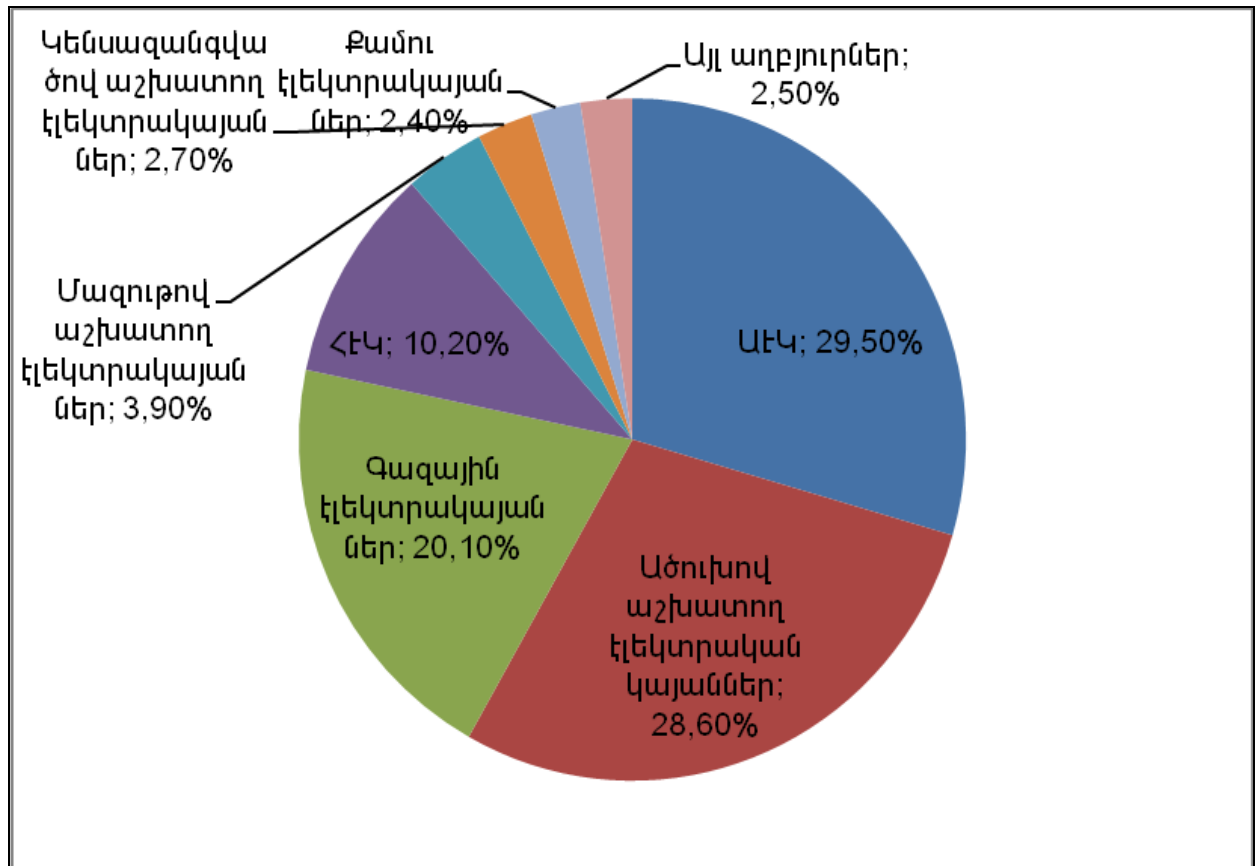
Էլեկտրաէներգիայի արտադրությունը ԵՄ երկրներում(մլն կՎտժ-երով)

	2008	2009	2010	2011	2012
ԵՄ-27	3163,11	3012,59	3151,48	3089,73	3073,64
Ավստրիա	61,97	63,56	64,77	60,487	64,905
Բելգիա	78,76	84,84	88,59	84,44	76,09
Բուլխարիա	41,72	39,63	43,13	46,65	43,73
Կիպրոս	4,77	4,84	5,01	4,57	4,43
Չեխիայի Հանրապետություն	78,31	76,95	80,45	81,86	81,85
Դանիա	35,08	34,81	37,29	33,74	28,92
Էստոնիա	9,96	8,28	12,25	12,19	11,34
Ֆինլանդիա	74,34	69,13	77,32	69,73	67,50
Չեխոսլովակիա	--	--	--	--	--
Ֆրանսիա	544,00	507,33	540,29	531,55	533,32
Գերմանի	595,21	556,70	591,15	572,31	585,22
Հունաստան	59,09	57,75	54,48	55,96	57,55
Հունգարիա	37,71	33,73	35,16	33,88	32,48
Իռլանդիա	28,127	26,29	26,82	26,14	25,85
Իտալիա	295,01	272,74	283,18	286,41	281,02
Լատվիա	5,12	5,413	6,41	5,89	6,008
Լիտվիա	11,96	13,09	4,24	3,45	3,92
Լյուքսենբուրգ	2,25	2,68	2,501	2,04	2,119
Մալթա	2,17	2,03	1,98	2,05	2,14
Հոլանդիա	101,72	107,35	111,69	106,89	94,86
Լեհաստան	145,66	142,45	148,21	153,6	152,73
Պորտուգալիա	43,42	47,34	51,91	49,89	43,41
Ռումինիա	61,7	54,8	57,88	59,02	56,01
Սլովակիա	26,9	24,32	25,77	26,339	26,64
Սլովենիա	15,71	15,72	15,51	15,16	14,81
Իսպանիա	295,63	278,26	285,38	278,1	279,9
Շվեդիա	146,36	133,52	145,21	145,86	161,04
Մեծ Բրիտանիա	360,39	348,92	354,81	341,46	335,68

Աղբյուրը՝ Համաշխարհային բանկ <http://data.worldbank.org/country>

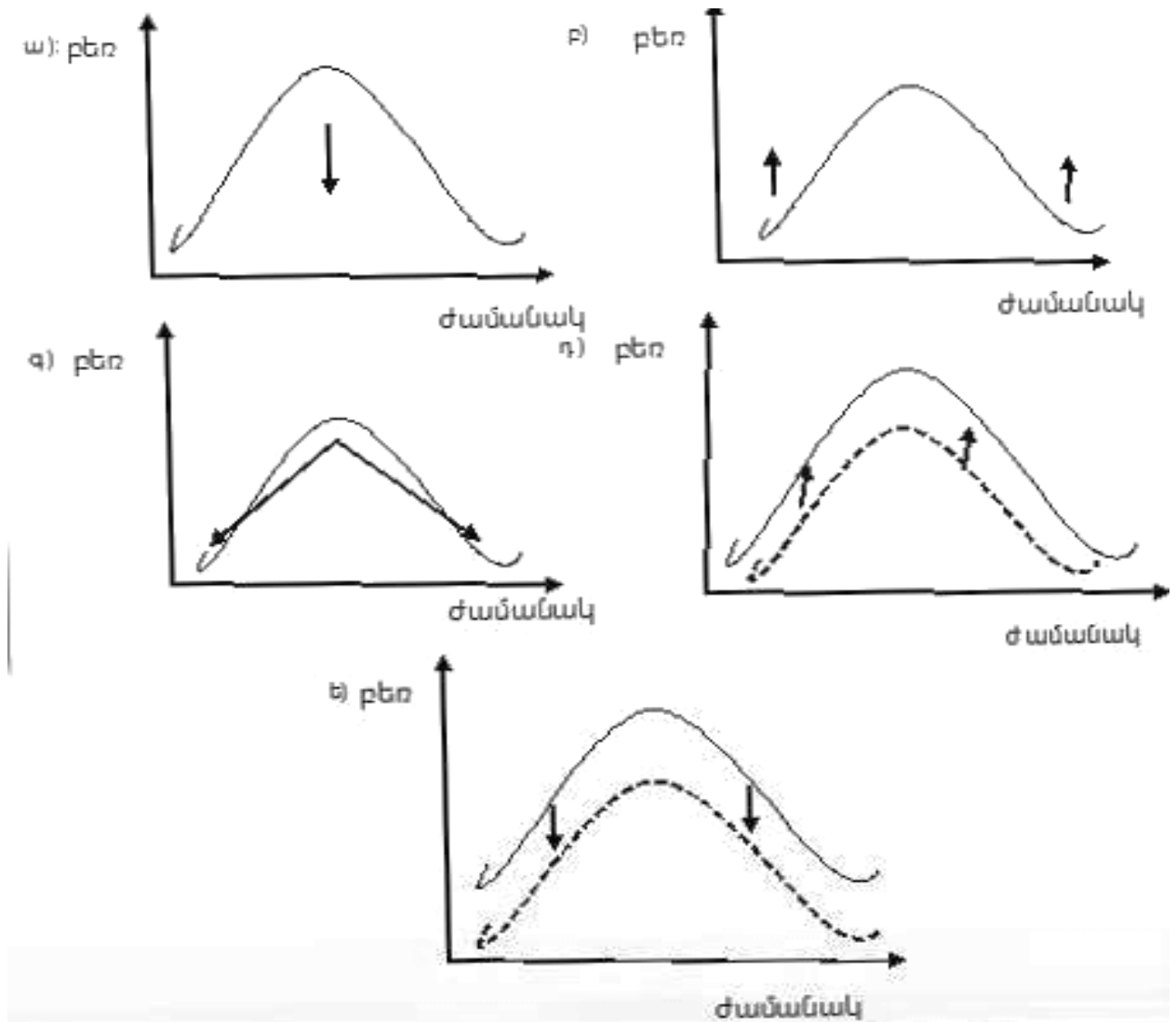
Գծանկար 2.2.

Էլեկտրաէներգիայի արտադրության կառուցվածքն ըստ վառելիքի տեսակի



Աղբյուր՝ U.S. Energy Information Administration. *International Energy Statistics. Electricity.* U.S. Department of Energy. Wash. D.C.

Գծանկար 2.8
Էլեկտրաէներգիայի բեռնվաճքի կառավարում



Աղբյուր Subhes C. Bhattacharyya "Energy Economics Concepts, Issues, Markets and Governance, Table 6.1, [35, էջ 139]

Աղյուսակ 3.1

	ELART	NERMGAZ
ELART	1.000000	0.583855
NERMGAZ	0.583855	1.000000

Աղյուսակ 2

(3.1) հավասարմամբ ներկայացված մոդելի արդյունքները

Initial values:				
AR1	0 ,67424			
GAZ	0 ,79445			
CONSTANT	401,2693			
Marquardt constant = ,001				
Adjusted sum of squares = 485557,36				
Iteration History:				
Iteration	Adj. Sum of Squares		Marquardt Constant	
1	485447,43		0,00100000	
FINAL PARAMETERS:				
Number of residuals 123				
Standard error	63,439664			
Log likelihood	-683,80056			
AIC	1373,6011			
SBC	1382,0377			
Analysis of Variance:				
DF	Adj. Sum of Squares		Residual Variance	
Residuals	120	485447,34	4024,5909	
Variables in the Model:				
B	SEB	T-RATIO	APPROX. PROB.	
AR1	,68529	,065933	10,393735	,00000000
GAZ	,78996	,158968	4,969319	,00000226
CONSTANT	402,08538	30,708505	13,093616	,00000000

Աղյուսակ 3

(3.2) հավասարմամբ ներկայացված մոդելի արդյունքները

Dependent Variable: ELART				
Method: Least Squares				
Date: 09/25/14 Time: 11:25				
Sample(adjusted): 2003:02 2014:12				
Included observations: 131 after adjusting endpoints				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
ELGAZ	0.746961	0.197870	3.775001	0.0002
C	154.4316	31.70587	4.870757	0.0000
ELART(-1)	0.640561	0.066092	9.692032	0.0000
R-squared	0.599410	Mean dependent var		527.9695
Adjusted R-squared	0.593151	S.D. dependent var		106.0152
S.E. of regression	67.62153	Akaike info criterion		11.28836
Sum squared resid	585301.9	Schwarz criterion		11.35421
Log likelihood	-736.3879	F-statistic		95.76438
Durbin-Watson stat	1.583876	Prob(F-statistic)		0.000000

Աղյուսակ4. (3.7) հավասարմամբ ներկայացված մոդելի արդյունքները

Dependent variable.. GAZYER	Method.. QUADRATI
Listwise Deletion of Missing Data	
Multiple R	,77036
R Square	,59345
Adjusted R Square	,58462
Standard Error	4,51512
Analysis of Variance:	
DF	Sum of Squares
	Mean Square

Regression	2	2737,8140	1368,9070		
Residuals	92	1875,5401			
20,3863					
F =	67,14836	Signif F =	,0000		
----- Variables in the Equation -----					
Variable	B	SE B	Beta	T	Sig T
YEREVAN	,369186	,072117	2,137786	5,119 0	
,0000					
YEREVAN**2	-,001462	,000430	-1,419407	-3,399	
0 ,0010					
(Constant)	2,49810	1,773964	1,408		
0,1624					

Աղյուսակ 5. (3.8) հավասարմամբ ներկայացված մոդելի արդյունքները

Dependent variable..				
VAR00001	gazhraz-			
Method.. POWER	1 ²²			
Listwise Deletion of Missing Data				
Multiple R	,84544			
R Square	,71477			
Adjusted R Square	,71239			
Standard Error	,54577			
Analysis of Variance:				
DF	Sum of Squares	Mean Square		
Regression	1 89,572674	89,572674		
Residuals	120 35,743881	,297866		
F =	300,71499	Signif F =	,0000	
----- Variables in the Equation -----				
Variable	B	SE B	Beta	T
hrazdan-1	,798513	,046047	,845441	17,341

²²Շարքում առկա զրոյական արժեքները փոխարինվել են շարքի միջին արժեքով

,0000				
(Constant)	,835544	,173160	4,825	,0000

Աղյուսակ 6. (3.22) հավասարմամբ ներկայացված մոդելի արդյունքները

Dependent Variable: TOKSPARUM				
Method: Least Squares				
Date: 03/18/15 Time: 13:07				
Sample(adjusted): 2003:3 2013:4				
Included observations: 38 after adjusting endpoints				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
TOKGDP(-1)	0.303572	0.037180	8.164993	0.0000
C	0.012311	0.018853	0.652987	0.5179
R-squared	0.649352	Mean dependent var		-0.004214
Adjusted R-squared	0.639612	S.D. dependent var		0.192478
S.E. of regression	0.115549	Akaike info criterion		-1.427045
Sum squared resid	0.480658	Schwarz criterion		-1.340857
Log likelihood	29.11386	F-statistic		66.66712
Durbin-Watson stat	2.572275	Prob(F-statistic)		0.000000

Աղյուսակ 7. (3.23) հավասարմամբ ներկայացված մոդելի արդյունքները

Dependent Variable: SPARUMEL				
Method: Least Squares				
Date: 09/22/14 Time: 15:51				
Sample(adjusted): 2003:02 2014:12				
Included observations: 131 after adjusting endpoints				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
SPARUMGAZ	0.827789	0.075295	10.99389	0.0000
C	173.4610	20.50146	8.460910	0.0000
SPARUMEL(-1)	0.333322	0.060056	5.550160	0.0000

R-squared	0.786091	Mean dependent var	440.7786
Adjusted R-squared	0.782749	S.D. dependent var	84.08350
S.E. of regression	39.19149	Akaike info criterion	10.19743
Sum squared resid	196604.5	Schwarz criterion	10.26327
Log likelihood	-664.9317	F-statistic	235.1930
Durbin-Watson stat	1.131735	Prob(F-statistic)	0.000000

Աղյուսակ 8

Բնակչության կողմից սպառված էլեկտրաէներգիայի ծավալների և ՀՀ բանկերի միջոցով ֆիզիկական անձանց անունով արտերկրներից մուտք եղած դրամական ներհոսքի կորելացիոն մատրիցը:

Correlations

		tr	sp
tr	Pearson Correlation	1	.060
	Sig. (2-tailed)		.516
	N	120	120
sp	Pearson Correlation	.060	1
	Sig. (2-tailed)	.516	
	N	120	120

Գծանկար 1

Ոչ հստակ տրամաբանական կանոններ էլեկտրաէներգիայի սպառման, գազի սակագնի և սեզոնային փոփոխականների միջև:

Rule Editor: newone

File Edit View Options

1. If (season is garun-amar) and (gazi-gin is gazmf1) then (eldemand is elmf1) (1)
 2. If (season is ashun-dzmer) and (gazi-gin is gazmf1) then (eldemand is elmf2) (1)
 3. If (season is garun-amar) and (gazi-gin is gazmf2) then (eldemand is elmf1) (1)
 4. If (season is ashun-dzmer) and (gazi-gin is gazmf2) then (eldemand is elmf2) (1)
 5. If (season is garun-amar) and (gazi-gin is gazmf3) then (eldemand is elmf2) (1)
 6. If (season is ashun-dzmer) and (gazi-gin is gazmf3) then (eldemand is elmf3) (1)
 7. If (season is garun-amar) and (gazi-gin is gazmf4) then (eldemand is elmf2) (1)
 8. If (season is ashun-dzmer) and (gazi-gin is gazmf4) then (eldemand is elmf3) (1)
 9. If (season is garun-amar) and (gazi-gin is gazmf5) then (eldemand is elmf2) (1)
 10. If (season is ashun-dzmer) and (gazi-gin is gazmf5) then (eldemand is elmf4) (1)
 11. If (season is garun-amar) and (gazi-gin is gazmf5) then (eldemand is elmf3) (1)

If season is and gazi-gin is Then eldemand is

garun-amar ashun-dzmer none gazmf1 gazmf2 gazmf3 gazmf4 gazmf5 none elmf1 elmf2 elmf3 elmf4 none

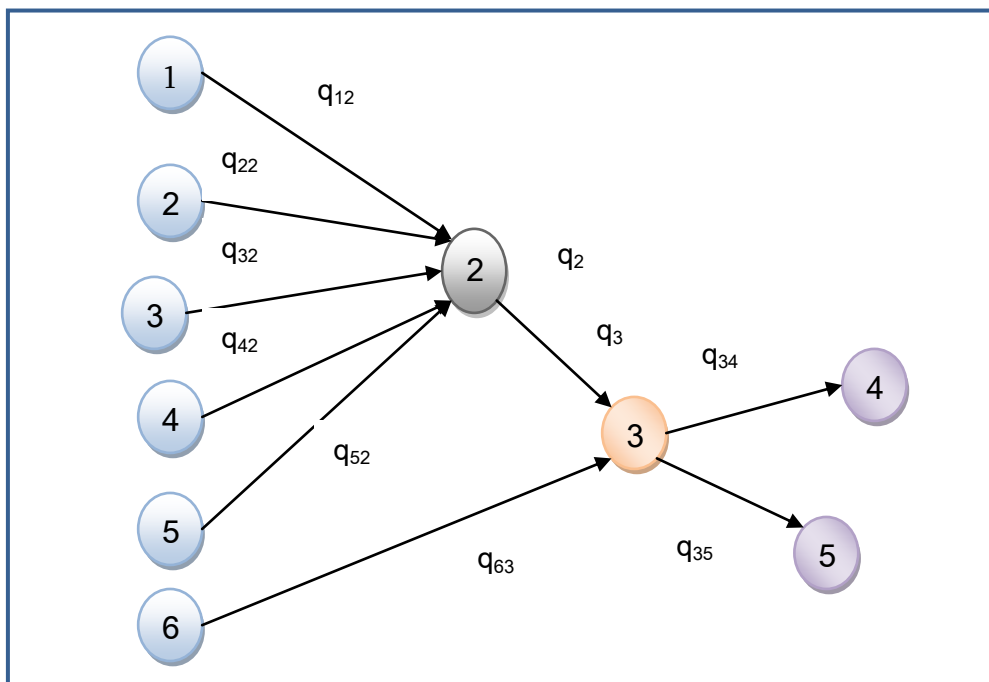
☐ not ☐ not ☐ not

Connection: ☐ or ☒ and Weight: 1

Delete rule Add rule Change rule << >>

FIS Name: newone Help Close

Գծանկար 2



Աղյուսակ 3.4

Էլեկտրաէներգիայի արտադրության և բաշխման գնահատականները 2014թ-ի համար
ամսական կատրվածքով

մլն. Կվտժ												
2014 թ	Հունվար	Փետրվար	Մարտ	Ապրիլ	Մայիս	Հունիս	Հուլիս	Օգոստոս	Սեպտեմբեր	Հոկտեմբեր	Նոյեմբեր	Դեկտեմբեր
Էլեկտրաէներգիայի արտադրություն	788,854	766,871	689,589	591,933	491,471	508,219	565,874	595,02	589,887	634,264	604,179	660,206
ԱԷԿ	202,8	186,2	163,6	137,8	126,4	134,7	133,1	134,6	144,5	158,2	161,0	183,7
Որոտան	116,7	209,9	105,9	89,8	72,8	86,6	76,6	77,5	84,8	91,1	93,0	127,0
Սևան	106,7	48,7	82,1	68,8	66,5	67,8	70,1	70,8	75,5	83,2	84,6	88,0
Երևան	125,8	111,3	97,8	82,4	78,5	80,5	82,6	83,5	89,1	98,2	99,8	109,8
Հրազդան	110,6	52,3	85,2	71,5	69,0	70,4	72,6	73,4	78,2	86,3	87,7	91,7
Փոքր ՀԷԿ	65,6	60,2	52,9	44,57	40,90	43,57	43,08	43,55	46,74	51,18	52,08	59,42
ԲԷՑ	673,4	618,3	543,3	457,5	419,9	447,3	442,2	447,0	479,8	525,4	534,6	609,9
ՀԷՑ	738,95	678,54	596,20	502,12	460,75	490,83	485,24	490,57	526,51	576,55	586,70	669,356
Ներքին սպառում	654,196	600,723	527,829	444,534	407,913	434,541	429,596	434,307	466,129	510,43	519,419	637,214
Բնակչություն	235,5	216,3	190,0	160,0	146,8	156,4	154,7	156,4	167,8	183,8	187,0	229,4
Այլսպառողներ	418,7	384,5	337,8	284,5	261,1	278,1	274,9	278,0	298,3	326,7	332,4	407,8